



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS

TRABAJO DE TITULACIÓN

MODALIDAD: PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O DESARROLLO.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS

TEMA:

ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN ANTE INUNDACIONES EN LA ZONA ALTA DEL SECTOR DE PASA SAN FERNANDO HASTA LA ZONA BAJA DEL SECTOR DE QUILLAN PLAYAS DEL CANTÓN AMBATO.

AUTOR:

Lic. Valverde Quinapanta Ricardo Javier

TUTOR:

Mgs. Luis Hernán Villacis Taco

I. CERTIFICADO DEL TUTOR

En calidad de Docente Tutor del trabajo de titulación, presentado por Ricardo Javier Valverde Quinapanta cuyo titulo es: ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN ANTE INUNDACIONES EN LA ZONA ALTA DEL SECTOR DE PASA SAN FERNANDO HASTA LA ZONA BAJA DEL SECTOR DE QUILLAN PLAYAS DEL CANTÓN AMBATO., previo a la obtencion del titulo de Magister en Prevención y Gestión del Riesgo, considero que el trabajo de titulación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación y revisión, por lo que solicito respetuosamente se de el trámite correspondiente.

En la ciudad de Guaranda, 4 de octubre de 2022.




Firmado electrónicamente por:
LUIS HERNAN
VILLACIS

Mgs. Luis Villacis
TUTOR

II. DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo Ricardo Javier Valverde Quinapanta, declaro que el trabajo de investigación de título “Análisis de la exposición ante inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan Playas del cantón Ambato”, es de mi autoría que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el documento.

Por lo tanto, la Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo según lo establecido es la Ley de Propiedad Intelectual y por la normativa institucional vigente.



Ricardo Javier Valverde Quinapanta

CC. 1803807583



ESPACIO EN BLANCO

ESPACIO EN BLANCO



Factura: 002-001-000060661



2023180101000001

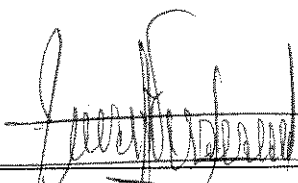
EXTRACTO COPIA DE ARCHIVO N° 2023180101000001

NOTARIO OTORGANTE:	DRA. MARIA VILLACRESES NOTARIO(A) DEL CANTON AMBATO
FECHA:	3 DE ENERO DEL 2023, (13:13)
COPIA DEL TESTIMONIO:	TERCERA COPIA 20221801010D03386
ACTO O CONTRATO:	RECONOCIMIENTO DE FIRMAS

OTORGANTES			
OTORGADO POR			
NOMBRES/RAZÓN SOCIAL	TIPO INTERVINIENTE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	No. IDENTIFICACIÓN
VALVERDE QUINAPANTA RICARDO JAVIER	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	1803807583
A FAVOR DE			
NOMBRES/RAZÓN SOCIAL	TIPO INTERVINIENTE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	No. IDENTIFICACIÓN

FECHA DE OTORGAMIENTO:	12-12-2022
NOMBRE DEL PETICIONARIO:	RICARDO VALVERDE
N° IDENTIFICACIÓN DEL PETICIONARIO:	1803807583

OBSERVACIONES:


NOTARIO(A) MARIA FLORINDA VILLACRESES
NOTARIA DECIMA DEL CANTÓN AMBATO
Dra. Maria F. Villacreses
NOTARIA DECIMA AMBATO



ESPACIO EN BLANCO

ESPACIO EN BLANCO

Factura: 002-001-000060308

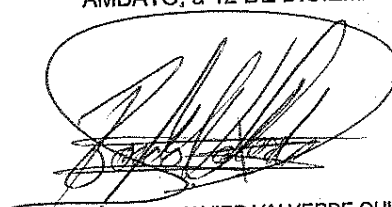


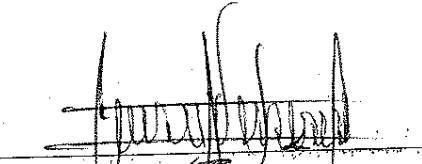
20221801010D03386

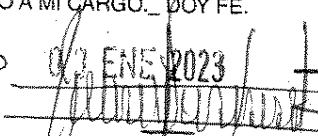
DILIGENCIA DE RECONOCIMIENTO DE FIRMAS N° 20221801010D03386

Ante mí, NOTARIO(A) MARIA FLORINDA VILLACRESES de la NOTARÍA DECIMA , comparece(n) RICARDO JAVIER VALVERDE QUINAPANTA portador(a) de CÉDULA 1803807583 de nacionalidad ECUATORIANA, mayor(es) de edad, estado civil CASADO(A), domiciliado(a) en AMBATO, POR SUS PROPIOS DERECHOS en calidad de COMPARECIENTE; quien(es) declara(n) que la(s) firma(s) constante(s) en el documento que antecede DECLARACION JURAMENTADA, es(son) suya(s), la(s) misma(s) que usa(n) en todos sus actos públicos y privados, siendo en consecuencia auténtica(s), para constancia firma(n) conmigo en unidad de acto, de todo lo cual doy fe. La presente diligencia se realiza en ejercicio de la atribución que me confiere el numeral noveno del artículo dieciocho de la Ley Notarial -. El presente reconocimiento no se refiere al contenido del documento que antecede; sobre cuyo texto esta Notaría, no asume responsabilidad alguna. – Se archiva un original.

AMBATO, a 12 DE DICIEMBRE DEL 2022, (11:51).


RICARDO JAVIER VALVERDE QUINAPANTA
CÉDULA: 1803807583


NOTARIO(A) MARIA FLORINDA VILLACRESES
NOTARÍA DECIMA DEL CANTÓN AMBATO

CERTIFICO QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE
ES FIEL Y EXACTA DEL ORIGINAL QUE REPOSA EN
EL ARCHIVO A MI CARGO. DOY FE.
Ambato 12 ENE 2023

Dra. María F. Villacreses
NOTARIA DÉCIMA DE AMBATO



ESPACIO EN BLANCO

EN BLANCO



CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD

Número único de identificación: 1803807583

Nombres del ciudadano: VALVERDE QUINAPANTA RICARDO JAVIER

Condición del cedulaado: CIUDADANO

Lugar de nacimiento: ECUADOR/TUNGURAHUA/AMBATO/LA MATRIZ

Fecha de nacimiento: 7 DE AGOSTO DE 1988

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: HOMBRE

Instrucción: BACHILLERATO

Profesión: BOMBERO

Estado Civil: CASADO

Cónyuge: BALSECA RAMOS NATALIA MARICELA

Fecha de Matrimonio: 18 DE MAYO DE 2017

Datos del Padre: VALVERDE CASTRO NEPTALI GERARDO

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: QUINAPANTA FABIOLA INES

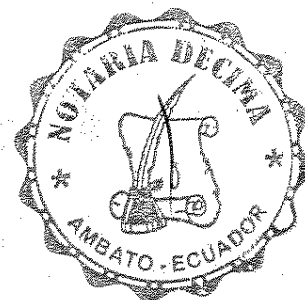
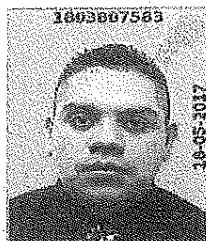
Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 18 DE MAYO DE 2017

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 12 DE DICIEMBRE DE 2022

Emisor: MARTHA JIMENA ASES SISALEMA - TUNGURAHUA-AMBATO-NT 10 - TUNGURAHUA -
AMBATO



N° de certificado: 226-803-39810



226-803-39810

Ing. Fernando Alvear C.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación

Documento firmado electrónicamente



REPUBLICA DEL ECUADOR
 DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL
 IDENTIFICACIÓN Y REGISTRATION

CECULA N° 180380758-3

CIUDADANÍA
 APPELLIDOS Y NOMBRES
 VALVERDE QUINAPANTA
 RICARDO JAVIER

LUGAR DE NACIMIENTO
 TUNGURAHUA
 AMBATO
 LA MATRIZ

FECHA DE NACIMIENTO: 1988-08-07
 NACIONALIDAD ECUATORIANA
 SEXO HOMBRE
 ESTADO CIVIL CASADO
 NATALIA RARICELA
 BALSECA RAMOS









PROVINCIAS
 CACABLERATO
 GOBIERNO

APPELLIDOS Y NOMBRES DEL PADRE
 VALVERDE CASTRO NERTALI GERARDO

APPELLIDOS Y NOMBRES DE LA MADRE
 QUINAPANTA FABIOLA INES

LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN
 AMBATO
 2017-05-18

FECHA DE EXPIRACIÓN
 2027-05-18

CERTIFICADO DE VOTACIÓN 11 ABRIL 2021

PROVINCIA: TUNGURAHUA
 CIRCUNSCRIPCIÓN:
 CANTÓN: AMBATO
 PARROQUIA: HUACHI LORETO
 ZONA:
 JUNTA No. 0071 MASCULINO

N° 10577085
 1988/08/07



CC N° 1803807503

VALVERDE QUINAPANTA RICARDO JAVIER



Handwritten signature of Ricardo Javier Valverde Quinapanta



III. DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de seguir viviendo y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón y mi alma e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de especialización.

IV. AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por tantas bendiciones recibidas durante mi vida estudiantil.

También agradezco a mi esposa Natalia Balseca por su apoyo incondicional en mi trayecto estudiantil, a mis hijos Matias, Violetta y Ricardito que son mi motor para seguir adelante, a mi Mami Fabiola y mi Papi Neptalí que desde el cielo me apoyan y me dan su bendición, a ti Jefecita Miriam por seguir apoyándome en mi vida profesional.

Agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar a la Maestría de Prevención y Gestión de Riesgos por ser quienes me abrieron las puertas para poder especializarme y ser un gran profesional.

También me gustaría agradecer a mis profesores a mi Tutor por su apoyo y un agradecimiento grande al Doctor Abelardo Paucar que con su apoyo constante he logrado culminar mi maestría.

GRACIAS.

TÍTULO: ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN ANTE INUNDACIONES EN LA ZONA ALTA DEL SECTOR DE PASA SAN FERNANDO HASTA LA ZONA BAJA DEL SECTOR DE QUILLAN PLAYAS DEL CANTÓN AMBATO.

V. ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes investigativos	6
2.2 Fundamentación teóricas.....	8
2.2.1 Los Sistemas de Información Geográfica aplicada a los estudios de riesgos de inundación	12
2.2.2 Fundamentación de la amenaza de inundación	13
2.2.3 Características de las Amenazas de Inundación.....	13
2.2.4 Ciclo hidrológico del agua	13
2.2.5 Inundación (Alertas hidrológicas)	16
2.2.6 Inundación de tipo torrencial / inundación súbita	16
2.2.7 Riesgo de Inundación	17
2.2.8 Tipos de cuencas.....	17
2.2.9 Métodos para evaluación de amenaza o peligrosidad de inundación	17
2.2.10 Uso de los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión de Riesgos .	19
2.2.11 Metodología de Secretaria de Gestión de Riesgo - SGR.....	22
2.2.12 Medidas estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo de inundación	25
2.3 Fundamentación legal	26
2.3.8 Constitución de la República del Ecuador, 2008.....	26

2.3.9 Código Orgánico de Organización Territorial Autónomo y Descentralizado, COOTAD	27
2.3.10 Ley Orgánica De Ordenamiento Territorial, Uso y Gestiona de Suelo, y su Reglamento.....	27
2.3.11 Ley de Aguas	29
2.4 Hipótesis o ideas a defender.....	29
2.5 Variables	30
2.6 Operacionalización de variables.....	31
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	35
3.1 Tipo, nivel y métodos de Investigación.....	35
3.2 Población y muestra	37
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.....	39
3.4 Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos.....	40
3.4.1 Metodología para el objetivo 1: Identificar las zonas de exposición de inundaciones en el cantón Ambato.....	40
3.4.2 Metodología para el objetivo 2: Evaluar los elementos expuestos en las zonas de inundación en el área de estudio.....	43
3.4.3 Metodología para el objetivo 3: Análisis de infraestructura ante inundación del río Ambato en zonas de Pasa y Quillan Playas.....	44
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	45
4.1 Presentación de resultados por objetivos	45
4.1.1 Resultado del objetivo 1: Identificar las zonas de exposición de inundaciones en el cantón Ambato.....	45
a) Modelamiento hidrológico por el método Racional.....	48
b) Modelamiento hidráulico por el método Iber	60
c) Mapa de amenaza de inundación en la cuenca del río Ambato	62

4.1.2 Resultado del objetivo 2: Evaluar los elementos expuestos en las zonas de inundación en el área de estudio.....	68
a) Cuestionario aplicado a los representantes de las familias pertenecientes a la zona de Pasa San Fernando y Quillan Playas	68
b) Entrevista	78
4.2.2. Elementos expuestos la zona Pasa y Quillan Playas	80
4.2.2.2. Exposición de infraestructuras esenciales a la amenaza de inundación del TR 50 años. 82	
4.2.2.3. Exposición de la infraestructura de red vial a la amenaza de inundación del TR 50 años	83
4.1.3 Resultado del objetivo 3: Elaborar un sistema de defensa frente a las inundaciones en el cantón Ambato.....	84
4.2 Comprobación de hipótesis o ideas a defender	86
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1 CONCLUSIONES	91
5.2 RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS.....	99
Anexo 1. Formato de encuestas	99
Anexo 2. Memorias fotográficas.....	101
Anexo 3 Aspectos Administrativos del trabajo de titulación.....	102
Anexo 4. Cronograma de actividades	103

Índice de tablas

Tabla 1: Nivel de amenazas.....	24
Tabla 2: Zona y niveles de amenaza inundación.....	24
Tabla 3: Sistema de variables	31
Tabla 4 Variables para el Cálculo de muestra poblacional	38
Tabla 5 Población Pasa San Fernando y Quillan Playas	39
Tabla 6: Datos del Río Ambato.....	40
Tabla 7: Niveles de amenaza inundación Río Ambato.....	43
Tabla 8: Datos de partidas del Río Ambato.....	49
Tabla 9: Intensidades de máxima diarias (24 horas) del Río Ambato.....	49
Tabla 10 Determinación de la intensidad de precipitación ITR	50
Tabla 11 Coeficiente de escorrentía para el método racional.....	51
Tabla 12 Características de los suelos	52
Tabla 13: Criterios de condición de humedad para cuencas hidrográficas	54
Tabla 14: Cálculo de CN a partir de usos de suelo de cuenca del Río Ambato	56
Tabla 15: Cálculo de precipitación total para la cuenca del Río Ambato	57
Tabla 16: Tabla Resumen de cálculos para el coeficiente de escorrentía (C)	57
Tabla 17: Cálculo Coeficiente de Ajuste (K).	58
Tabla 18: Resumen de valores para el cálculo de caudales máximos Río Ambato por el método racional.	59
Tabla 19: Caudales máximo para los períodos de retorno.....	59
Tabla 20: Cálculo de caudales con el método racional con dos períodos de retorno.	60
Tabla 21: Nivel de amenaza de inundación por niveles de calado para el TR de 50 años.	63
Tabla 22: Nivel de amenaza de inundación por niveles de velocidades para tiempo el TR 50 años RíoAmbato.	65
Tabla 23: Afectaciones de las inundaciones.....	68
Tabla 24: Familias afectadas	69
Tabla 25: causas de inundación por lluvias.....	70
Tabla 26: Inundado de su vivienda.....	71

Tabla 27: las inundaciones a qué perjudica más.....	72
Tabla 28: Plan de contingencia para inundaciones.....	73
Tabla 29: Recibir capacitaciones.....	74
Tabla 30 A qué autoridad acude.....	75
Tabla 31: Programas de ayuda y rescate	76
Tabla 32 Plan de acción de la comunidad	77
Tabla 33 Entrevista.....	78
Tabla 34: Infraestructura ante inundación del Río Ambato	80
Tabla 35: Exposición de infraestructuras esenciales a la amenaza de inundación.....	82
Tabla 36: Infraestructura de red vial expuesta a inundación del Río Ambato	83
Tabla 37 Estrategias Estructurales.....	84
Tabla 38 Estrategias no Estructurales.....	85
Tabla 39. Frecuencia observada y esperada	88
Tabla 40. Chi cuadrado.....	89

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Afectaciones de las inundaciones en su comunidad en los últimos años	68
Gráfico 2 Familias afectadas	69
Gráfico 3 Causas de inundación	70
Gráfico 4 Inundacion de su vivienda.....	71
Gráfico 5 las inundaciones a qué perjudica más.....	72
Gráfico 6 Plan de contingencia para inundaciones.....	73
Gráfico 7 Recibir capacitaciones	74
Gráfico 8 A qué autoridad acude	75
Gráfico 9 Programas de ayuda y rescate.....	76
Gráfico 10 Plan de acción de la comunidad	77
Gráfico 11: Mapa de exposición de infraestructuras ante inundación del Río Ambato	81
Gráfico 12 Distribución Chi cuadrado.....	87
Gráfico 13 Grafica Chi cuadrado.....	89

Índice de figuras

Figura 1: Teoría general de sistemas	12
Figura 2: Lugares de inundación	13
Figura 3: Ciclo del agua	14
Figura 4: Métodos de evaluación peligrosidad o amenaza de inundación	18
Figura 5: IBER. Potente software libre. Agua en 2D	20
Figura 6: Modelamiento hidráulico	21
Figura 7 Localización zona de estudio	41
Figura 8 Amenaza inundación Río Ambato	42
Figura 9: Localización de estaciones meteorológicas para el análisis climatológico....	46
Figura 10: Mapa de precipitaciones.....	47
Figura 11: Peligro de inundación por lluvia y desbordamiento de ríos.....	48
Figura 12 Clasificación de grupos de suelo para cálculos de precipitación para coeficiente de escorrentía.	53
Figura 13: Mapa uso de suelo de la cuenca del Río Ambato	55
Figura 14: Calado TR 50 años.....	61
Figura 15 Velocidad de TR 50 años.	61
Figura 16: Mapa de amenaza de inundación por niveles de calado para el TR de 50 años Río Ambato.	64
Figura 17: Mapa de susceptibilidad a inundación del Río Ambato, velocidad para el TR de 50 años.	66
Figura 18: Mapa de susceptibilidad a inundación del Río Ambato zona la Delicia.....	67

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación de posgrado tuvo por objetivo analizar la zona susceptible a inundación en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja de Quillan Playas de la ciudad del cantón Ambato, para determinar los elementos expuestos y establecer estrategias de reducir posibles daños que estos eventos de inundación producen a las dos poblaciones en estudio.

Se utilizó una metodología cualitativa y cuantitativa, para la evaluación de la amenaza de inundación se trabajó con el método hidrológico (método racional) e hidráulico (software Iber), para la representación de las zonas de inundación y elementos expuesto se utilizó el software ArcGis y Global mapper, para una representación de las zonas se utilizó Google Earth; además, de la población total con un margen de error del 5% se tomó la muestra de 187 familias del sector de Pasa de las riveras del río Ambato y familias del sector de Quillan Playas, para conocer la percepción sobre la amenaza de inundación que ha dejado daños y pérdidas económicas en las zonas agrícolas y piscícolas del sector.

Como resultados de la investigación se obtuvo que en las zonas de inundación, predomina el nivel de amenaza alto; en relación a la exposición, la mayoría de terrenos, piscinas de criaderos de truchas que se encuentra en referencia a la percepción de la población del sector de Pasa San Fernando y Quillan Playas mencionan que un 39% de los habitantes fueron afectados en sus viviendas en los eventos anteriores, ya en estas zonas predomina en las riveras del río Ambato cercanos a los terrenos agrícolas de los moradores de estas zonas.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objeto analizar las zonas de exposición ante inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan las Playas del cantón Ambato.

La amenaza natural considerada inundación se define como una salida incontrolable de agua, que suele provocar precipitaciones (lluvia). En general las inundaciones en su gran mayoría dejan daños y destrucción a terrenos de las comunidades que se encuentran en las zonas bajas, zonas planas con poca vegetación y suelos áridos que impiden la fluidez de agua. Los incendios forestales, la tala de bosques, fallas en el diseño de las obras hidráulicas y ubicación de viviendas en las orillas del río provoca este problema. (Serrano, Reisancho, Lizano, Borbor & Starwart, 2016).El presente documento investigativo se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Capítulo 1: El problema, contiene el planteamiento y formulación de problema, objetivos generales y específicos, y justificación de la investigación.

Capítulo 2: Marco teórico, se presenta la fundamentación teórica y conceptual de las amenazas de inundación que nos permite comprender este fenómeno natural, el uso de los sistemas de información geográfica para la evaluación de la exposición, marco legal, definición de términos, hipótesis y variables.

Capítulo 3: Marco metodológico, se explica el diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos, tratamiento estadístico de la información.

Capítulo 4: Se presenta el análisis e interpretación de resultados según los objetivos establecidos en la investigación.

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El clima de América del Sur se ha mantenido durante mucho tiempo una conexión íntima con la corriente del Niño describe históricamente temperaturas superficiales del mar cálidas en niveles más fuertes frente a la costa de Perú. De hecho, a lo largo de Sudáfrica, la precipitación y la temperatura exhiben una relación sustancial aunque diversa entre regiones. Por ejemplo, La corriente del Niño suele ir acompañado de sequía en la Amazonía y el noreste de Sudáfrica, pero de inundaciones en la costa occidental tropical y el sureste de Sudáfrica, con marcados efectos socioeconómicos (CIIFEN, 2020).

En Ecuador según la Organización Mundial Meteorológica (OMM) las inundaciones se presentan de manera frecuente, especialmente en las cuencas bajas del Litoral Ecuatoriano, cuencas de la Amazonía y en algunas cuencas de la región Andina. De acuerdo a la investigación las precipitaciones estacionales se dan por el elevado nivel de sedimentación en las zonas bajas de las cuencas, no se requiere de abundantes precipitaciones para los lugares específicos donde se produzcan inundaciones (Vincenti, 2018).

De igual manera el fenómeno de El Niño es uno de los principales factores para que se produzcan inundaciones en el país, es considerado un evento climático cíclico de alcance mundial y con afectaciones regionales, que genera alteraciones tanto por déficit hídrico como por incremento de precipitaciones que sobrepasa la capacidad de evacuación de los sistemas de drenaje urbano en lugares poblados, en ocasiones han sido construidos mediante planificación de acuerdos con los registros históricos sin planificación previa; esto causa efectos en los cambios climáticos, donde se presentan obras bajo presión en períodos de tiempo a cortas fechas, esto genera un estancamiento de agua que es complicado evacuar por los sistemas de drenaje (Bonilla, 2019).

En Ecuador no se produce una ruptura de represas artificiales o construidas, en cuanto a la retención del agua de río y el inadecuado manejo de laderas, se produce deslizamientos

que ocasionan el represamiento de ríos, generando inundaciones en zonas cercanas al represamiento. Otros eventos naturales como son las inundaciones son provocadas por temporada de invierno, a pesar de ejecutar desfogues intervenidos en las represas. Otro factor importante es el caudal que se encuentra en la entrada el cual debe ser más fuerte que el de salida, esto se genera debido a las fuerte corriente en las zonas altas de las cuencas y también a un deficiente plan de organización y prevención que permita crear escenarios para tomar decisiones en referencia al desfogue (León, 2018).

En la provincia de Tungurahua el aumento de la actividad económica ejerce una presión significativa sobre los recursos naturales de las cuencas, en particular los recursos hídricos, como resultado del crecimiento de la población y su distribución desigual, que ha acelerado el proceso de expansión urbana y rural. Las cuencas hidrográficas han sido consideradas en los últimos años como áreas de drenaje cerca de nuestros barrios, sin tener en cuenta que son esenciales para el crecimiento de nuestras comunidades que son necesarias para mantener el hábitat de plantas y animales. El rápido aumento de la población urbana y rural es el culpable de los principales problemas medioambientales de la cuenca baja del Río Ambato, la destrucción de la cubierta forestal, el deterioro de la capacidad de autorregulación de la cuenca, la erosión del suelo, la desertificación y la contaminación de las fuentes de agua con basura industrial y urbana.

Para identificar el problema se debe mencionar que las inundaciones corresponden a la mala planificación sobre los sistemas de prevención para la evacuación de residuos de agua de lluvia mediante al alto número de eventos de precipitaciones, estos fenómenos se ven relacionados a un proceso minimamente planificado en relación al crecimiento de la población (UNESCO, 2022).

La siguiente investigación se realiza en función de los efectos de las precipitaciones que ha ocurrido en la cuenca del Río Ambato, por lo que se establece el estudio en un área específica que es la zona alta de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan Playas, se caracteriza por ser zonas agrícolas, que al verse afectado por el desbordamiento del río causaría pérdidas económicas, suspensión de vías, daños en terrenos, por lo que es

importante este trabajo para una investigación más amplia. Actualmente no se registra un estudio sobre la vulnerabilidad que existe para inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan Playas del cantón Ambato. Esto puede ser a posterior un factor negativo debido al constante cambio climático en donde se produce frecuentes lluvias y es donde se acumula el agua y los residuos que después se transforman en desbordamientos y desastres, finalmente cabe mencionar que los habitantes de la zona expuesta de estudio no tienen la información necesaria de que hacer y como actuar frente estos catastros e inundaciones en las zonas mencionadas.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son las zonas susceptibles a inundación en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la Zona baja del sector de Quillan Playas del cantón Ambato?

1.3 Justificación de la investigación

Es importante ya que en la provincia de Tungurahua las inundaciones por las fuertes precipitaciones según el reporte de la Unidad de Monitoreo de Eventos Adversos, en lo que va del año se registra varios fenómenos naturales. En la ciudad de Ambato es el lugar donde se registra más zonas afectadas con fenómenos de carácter natural son; 5 aluviones, siendo el de mayor consideración el del sector de la Universidad Católica el 19, es esencial identificar estos fenómenos, para de esta manera evitar catastrofes con perdidas humanas y materiales, tratando de ilustrar a las personas sobre la prevención de estos fenómenos.

Es de utilidad ya que se analiza el principal evento adverso que se presentan con mayor frecuencia en el cantón Ambato las zonas de San Fernando y Quillan Playas con inundaciones, que se originan por desastres naturales producidos por la misma naturaleza y antrópicos que son generados por actos involuntarios de las personas, tambien se puede generar pérdidas humanas y deterioros en el sistema que podrian llegar a ser irremediables en el medio ambiente, con un espacio y tiempo concluyente.

Es de interés social ya que se considera las amenazas naturales o antrópicas que atraviesa el cantón Ambato cuenta con un río que atraviesa toda la ciudad, se debe contar con herramientas digitales necesarios para un estudio completo que permita el cálculo de la exposición, pérdida de vidas humanas, daño a las zonas agrícolas e infraestructuras afectadas, así también la afectación de recursos económicos. Con el programa software para modelación hidráulica IBER permitirá identificar el caudal por la inundación causado por las fuertes precipitaciones, de manera eficaz determinar la exposición de las zonas agrícolas, pérdidas de vidas humanas y afectación de estructuras de la zona alta de Pasa San Fernando y la zona baja de Quillan Playas.

Los principales beneficiarios son los habitantes de las zonas de Quillan Las Playas y Las Viñas, caseríos de Píllaro y Ambato, donde se genera la crecida del Río Ambato y el caudal afluyente que recorre las localidades agrícolas, avícolas y piscícolas, motiva a la población a plantearse la posibilidad de evacuar el sitio y trasladar a sus animales a sitios más seguros. Varias personas son proveedoras de peces de agua dulce de las operadoras turísticas y restaurantes del sector, los criaderos de alevines de trucha y tilapia están a un costado de río, por ello a más de evitar poner en peligro las personas evita poner en riesgo la situación económica de los habitantes del sector como Funcionarios del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, Cuerpo de Bomberos y Ministerio de Agricultura llegaron a constatar la cantidad de agua, según moradores del sector de la Viñas el incremento se ha dado por el descuido de cuencas del río y tener a salvo a las personas de Pasa y Quillan Playas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Analizar la exposición ante inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan Playas del cantón Ambato.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las zonas de exposición de inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan Playas del cantón Ambato.
- Evaluar los elementos expuestos en las zonas de inundación en el área de estudio.
- Elaborar un sistema de defensa frente a las inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan Playas del Ambato.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Desde la antigüedad, las personas se han asentado en áreas propensas a inundaciones debido a las condiciones geográficas favorables que facilitan el crecimiento económico, como el transporte y la producción de alimentos. Este hecho obliga a las sociedades de todo el mundo a proteger los activos contra fenómenos naturales. Un tercio de los desastres naturales y las pérdidas económicas anuales y más de la mitad de todas las víctimas están relacionados con las inundaciones y se ha implementado políticas y medidas de mitigación de inundaciones, lo que permite a las sociedades aumentar su resiliencia ante los peligros de inundación. Con el aumento de la densidad de la población, ha menudo está asociado con niveles de vida más altos y en consecuencia, mayores valores de propiedad e infraestructura, la defensa contra inundaciones cobra más importancia y las consecuencias del fenómeno natural se vuelven menos aceptables (Bárcena, 2018).

Las inundaciones y las lluvias fuertes son las amenazas más frecuentes y las que mayor incidencia han tenido en el territorio nacional durante los últimos 35 años (44 %) en el territorio ecuatoriano. El 50 % de los muertos y desaparecidos en el período en mención fue por las inundaciones, según un informe del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) de julio del 2019, que contiene los lineamientos para la creación de los planes de ordenamiento territorial de los 221 cantones del país (Ercole & Trujillo, 2003).

Según las bases de datos del Ministerio de Salud Pública (2018) establecen que entre los años de 1981 al 2010 al menos 14 eventos de inundación tuvieron afectaciones en Ecuador. En el período se presentaron dos eventos denominados el Niño en los años 1982 – 83 que duró 11 meses y en 1997 – 98 que duró 19 meses considerado como el más largo del siglo XX. Cabe mencionar que podría existir un sub-registro de datos de inundaciones que son eventos recurrentes que afectan en períodos lluviosos que al no ser reportados por instancia locales o incluso por el nivel nacional y/o por no cumplir los requisitos de EM-DAT no constan en la base de datos.

Los eventos de los años de 1982 y 1997 por incidencia del fenómeno El Niño registran la mayor cantidad de personas fallecidas por inundaciones. Se reportaron muertes por inundaciones en los años 1989, 1992, 2000, 2002, 2006, 2008, 2009 y 2010. En ningún año del período evaluado no supera el 1% de muertes con relación a la población total en cada año de afectación por evento de inundación (Ministerio de Salud Pública, 2018).

En los años de 1982 y 1983 por efecto de El Niño se registran la mayor cantidad de personas afectadas y los porcentajes más altos con relación a la población total que corresponden el 8.41% en 1982 y el 2.34% en 1983. Los eventos de inundaciones del 2008 representan un importante impacto con el 1.99% de afectados con relación a la población total, incluso superando a los eventos de inundaciones de 1997 que registra el 1.93% con relación a la población total. Además, se reportaron personas afectadas por inundaciones en 1987, 1989, 1992, 2000, 2001, 2002, 2006, 2008, 2009 y 2010, en estos años no supera el 1% de afectación con relación a la población total (Hijar, Bonilla, Munayco, Gutierrez, & Ramos, 2016).

Las pérdidas económicas por inundaciones en el año 2008 registran el mayor impacto con el 1.99% de pérdidas con relación al PIB. Incluso superando a los eventos de El Niño de 1982 con el 1.16% y en 1997 con el 0.96% con relación al PIB respectivamente. Se reportaron pérdidas económicas en los años de 1989, 1992, 2002 y 2006, en estos eventos nos superan el 1% de afectación con relación al PIB (FONAG, 2018). En el 2012 la fuerte época invernal que afectó a 13 de 24 provincias del Ecuador siendo una de las afectadas la provincia de Tungurahua es así que desde ese año viene acarreado muchas problemáticas en diferentes cantones como uno de ellos es el cantón Echeandía (Secretaria de Gestión de Riesgos, 2018).

Según el Ministerio de Desarrollo y Vivienda de nuestro país explican de la presencia de amenazas hidro-meteorológicos como inundaciones debido a las intensas precipitaciones, heladas, sequias o efectos del fenómeno del Niño encontrándose dentro del cinturón de bajas presiones que rodea al planeta Tierra , en lo cual existen una gran afluencia de personas que se encuentran ubicadas en la costa, sierra y amazonía siendo vulnerables a diferentes eventos como deslizamientos pero principalmente a inundaciones de tal manera que la SNGRE y el

Instituto Geográfico Militar (IGM) elaboran mapas en donde se puede identificar los cantones y niveles de amenaza existentes.

Para el estudio se tomó en cuenta el concepto de vulnerabilidad ya que es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante o para reponerse después de que ha ocurrido un desastre, pero hay que tener mucho en cuenta sobre la vulnerabilidad ya que depende de muchos factores tales como la salud de la persona, la edad, las condiciones higiénicas y ambientales, así como también la calidad y condiciones de construcción y su ubicación con relación a las amenazas.

Esta investigación tomó como referencia estudios en el ámbito internacional del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (2018) sobre “Uso de un Sistema de Información Geográfico para el Análisis de Amenazas por Inundación en la Cuenca alta del río Bogotá- Municipio de Cota- Límites de Localidad De Suba”, en donde se basan en el análisis de las vulnerabilidades y en la utilización de metodologías para la evaluación de la amenaza ante inundaciones y que tiene como instrumentos importantes para elaboración de nuestro proyecto.

También se consultó temas específicos en el ámbito internacional con trabajos que aportaron al proyecto de investigación con temas relevantes para su desarrollo, como es “Determinación de Zonas Susceptibles de Inundación Mediante el Uso de Herramientas (Sig) en el Área de Influencia del río Cravo Sur, Ubicado en el Municipio Yopal, Departamento de Casanares”.

2.2 Fundamentación teóricas

Amenazas hidrometeorológicas: Procesos o fenómenos naturales de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico, que pueden causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental (**EM-DAT, 2004**).

Ejemplos de amenazas hidrometeorológicas son: inundaciones, flujos de lodo y detritos, ciclones tropicales, frentes de tormentas, rayos/truenos, tormentas de nieve, granizo, lluvia y vientos y otras tormentas severas; permagel (suelo permanentemente congelado, avalanchas de nieve o hielo; sequía, desertificación, incendios forestales, temperaturas extremas, tormentas de arena o polvo.

Caudal: Cantidad de agua que lleva el río en un punto y momento concreto de su recorrido por unidad de tiempo. Se expresa en m³ por segundo. El caudal no permanece fijo y estable, sino que puede manifestar una irregularidad, no sólo de unos años a otros, sino incluso en el mismo año. **(Granados, 2017)**

Drenaje: Evacuación de agua superficial o subterránea de una zona determinada mediante medios naturales o artificiales. **(Granados, 2017)**

Emergencia: Situación crítica de peligro evidente para la vida del paciente y que requiere una actuación inmediata. **(Granados, 2017)**

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS): Las complejas interacciones del Pacífico tropical y la atmósfera global conducen a una dilución variable de los cambios en los patrones oceánicos y climáticos en todo el mundo, a menudo con impactos significativos como cambios en los hábitats marinos, lluvias, inundaciones, sequías y patrones de tormentas **(EM-DAT, 2004)**.

Escorrentía: Parte de la precipitación que influye por la superficie del terreno, hacia un curso de agua (escorrentía de superficie) o en el interior del suelo (escorrentía subterránea o flujo hipodérmico). **(Granados, 2017)**

Evaporización: Cantidad de vapor de agua que puede ser emitida por una superficie de agua pura en las condiciones existentes *(Sánchez, 2017)*

Fenómeno del niño: Interacción compleja del océano pacífico tropical y la atmósfera global que resulta en episodios de ciclicidad variable de cambio en los patrones oceánicos y meteorológicos en diversas partes del mundo; frecuentemente con impactos significativos, tales como alteración en el hábitat marino, en las precipitaciones, inundaciones, sequías, y cambios en patrones de tormenta **(EM-DAT, 2004)**.

Gestión de Riesgos: Proceso de planificación, organización, dirección y control de los recursos humanos y materiales de una organización, con el fin de reducir al mínimo o aprovechar los riesgos e incertidumbres de la organización. **(Granados, 2017)**

Hidrología: La hidrología es una rama de las ciencias de la tierra que estudia el agua y su presencia, distribución, circulación y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, la atmósfera y la superficie. Esto incluye la precipitación, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el balance de masa glacial. Por otro lado, el estudio de las aguas subterráneas corresponde a la hidrogeología. Los estudios hidrológicos comienzan con un análisis morfo-métrico de la cuenca, que incluye: delimitación de la cuenca, medidas de área y longitud, alturas máximas y mínimas, índices de compacidad, factores de forma, curvas de altura, pendientes medias, características de la red de drenaje, perfil de altura, etc **(Giai, 2008)**.

Intensidad de lluvia: La cantidad de lluvia que cae en un día **(Sánchez, 2017)**.

Inundación: Sumergimiento temporal de terrenos normalmente secos, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior. **(Sánchez, 2017)**

Intensidad: Grado de fuerza con que se manifiesta un agente natural, una magnitud física, una cualidad, una expresión, etc. **(Sánchez, 2017)**

Mapas de riesgo: Permite el análisis periódico de los riesgos de origen laboral de una determinada zona. **(Granados, 2017)**

Litológico: Destaca la presencia de calizas en la zona de Torrelaguna y Patones, que contrastan con las pizarras, los gneis y los esquistos de la parte alta. **(Granados, 2017)**

Lluvias: Fenómeno atmosférico e hidrometeorológico muy común en nuestro planeta, que consiste en la caída de partículas líquidas de agua en forma de gotas dispersas, producto de la condensación y enfriamiento del vapor de agua en lo alto de la atmósfera **(Sánchez, 2017)**.

Precipitación: Condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. **(Sánchez, 2017)**

Respuesta: Refiere a la acción de responder a algo. **(Granados, 2017)**

Sistemas de Información Geográficos (SIG): Análisis que combinan base de datos relacionales con interpretación espacial y resultados generalmente en forma de mapas. Una definición más elaborada es la de programas de computador para capturar, almacenar, comprobar, integrar, analizar y suministrar datos terrestres geo-referenciados.

Los sistemas de información geográficos se están utilizando con mayor frecuencia en el mapeo y análisis de amenazas y vulnerabilidad, así como para la aplicación de medidas encaminadas a la gestión del riesgo de desastres. **(EM-DAT, 2004)**

Vulnerabilidad: La vulnerabilidad es entendida como un proceso multidimensional que confluye en el riesgo o probabilidad del individuo, hogar o comunidad de ser herido, lesionado o dañado ante cambios o permanencia de situaciones externas e internas. **(Granados, 2017)**

2.2.1 Los Sistemas de Información Geográfica aplicada a los estudios de riesgos de inundación

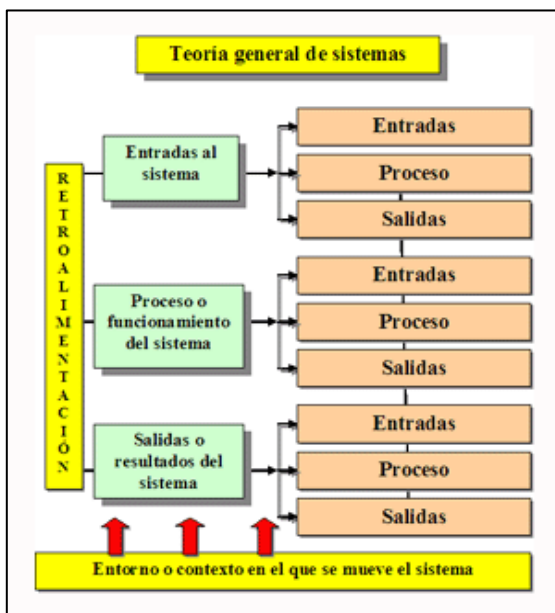
2.2.1.1 Teoría General de Sistemas

Para la fundamentación del uso de los Sistema de información geográfica se partió de explicar la teoría de sistemas, que consiste en proceso que realiza el diseñador al generar un programa lo cual origina un sistema capaz de producir un aprendizaje.

Los recursos que conforman un sistema son: ingreso, salida, proceso, ambiente, retroalimentación. Las entradas son los recursos de que el sistema puede contar para su propio beneficio. Las salidas son las metas resueltas del sistema; lo cual éste se sugiere, ya conseguido. El proceso lo conforman las «partes» del sistema, los «actos específicos (Lorenzon, 2020).

Figura 1

Teoría general de sistemas



Fuente: (Lorenzon, 2020)

Nota: En la figura 1 se detalla la teoría general del sistema específicamente se da a conocer en la figuras las entradas y salidas que posee.

2.2.2 Fundamentación de la amenaza de inundación

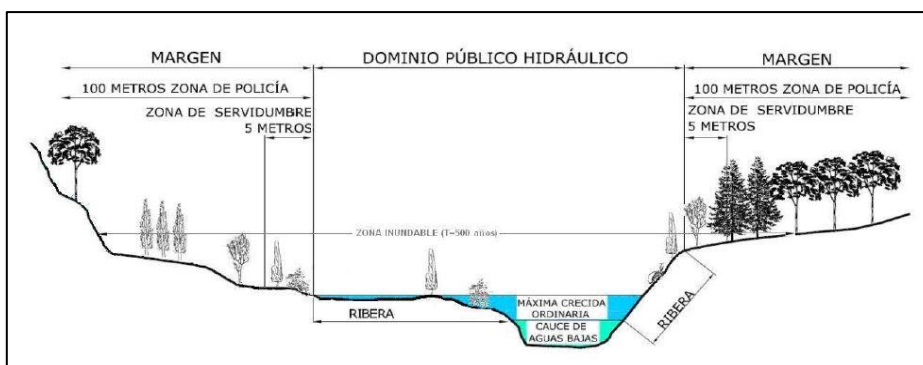
2.2.2.1 Amenaza de Inundación

Una inundación es la ocupación del agua de la zona o regiones que se encuentra habitualmente secas, como consecuencias de una aportación anormal y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que se puede drenar en el cauce del río (Pacheco, Montilla, Méndez, Delgado, & Zambrano, 2019).

Según Tucci (2007), “Las inundaciones son comunes en espacios físicos donde el fenómeno es repetido. A pesar de esta recurrencia, causan pérdida que se pueden prevenir con la predicción meteorológica y buena planificación urbanística”.

Figura 2

Lugares de inundación



Fuente: (Pacheco, Montilla, Méndez, Delgado, & Zambrano, 2019)

2.2.3 Características de las Amenazas de Inundación.

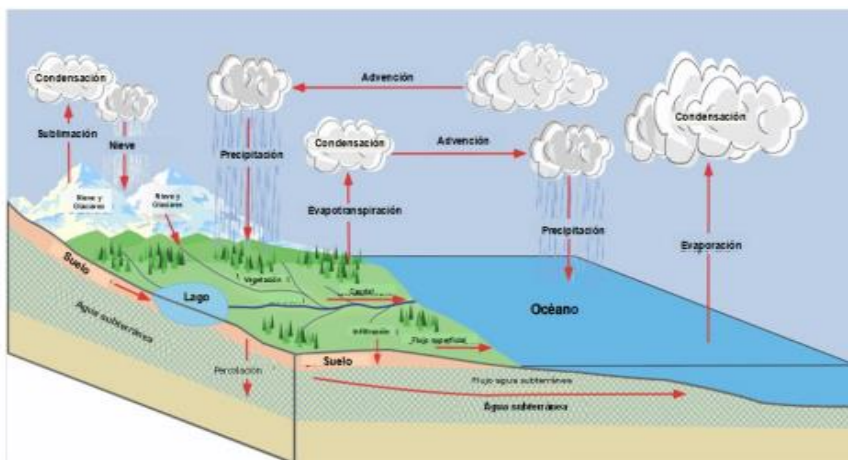
2.2.4 Ciclo hidrológico del agua

Se la conoce como la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra: evaporación desde el suelo, mar, la precipitación, la condensación de las nubes, la reserva del suelo o aglomeraciones de agua y re-evaporación. El

ciclo hidrológico se basa en el transporte re-circulado el cual puede ser indefinido o permanente, el cual se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que suministra la energía para realizar la evaporación en el agua; la gravedad terrestre, que permite que el agua se condense y descienda. (Sociedad Geográfica de Lima, 2011)

Figura 3

Ciclo del agua



Fuente: (Sociedad Geográfica de Lima, 2011)

Nota: El ciclo hidrológico se define como el proceso mediante el cual las masas de agua cambian de estado y posición relativa en el planeta. En el proceso continuo en el que una molécula acuosa describe un ciclo cerrado que pasa por varias etapas de aglomeración de materiales.

La Sociedad Geográfica de Lima (2011) explica que las etapas que contempla el ciclo hidrológico del agua son 5:

- **Evaporación**

La evaporación es un proceso físico que implica la transición progresiva de un estado líquido a gaseoso en respuesta a un aumento de temperatura, ya sea natural o artificial. Las partículas se escapan a la una esfera a medida que se intensifica el desplazamiento, transformándose en vapor

- **Condensación**

Es el cambio del estado del vapor del agua en las masas de aire que se encuentran en la atmósfera a estado líquido como resultado del enfriamiento del estado natural.

- **Precipitación**

El fenómeno de precipitación se genera con la humedad que provoca el vapor de agua que representa el 100% de la atmósfera. Si la temperatura es baja la precipitación se genera en forma de nieve

- **Escorrentía**

Se la conoce como el flujo de agua que circula por una cuenca de drenaje, siendo la diferencia entre el caudal de precipitación menos los caudales evapo-transpirados e infiltrados en el terreno causante éste último de la recarga de acuíferos subterráneos.

- **Transporte**

Se lo conoce como el movimiento de las masas de agua en estado líquido que se realizan en toda la superficie terrestre que compone los ríos, lagos, mares y océanos

- **Las inundaciones, categorías e impactos**

Las inundaciones se clasifican según las causas como las precipitaciones, desbordamiento, fractura de barreras, el impacto estas pueden ser extraordinarias, ordinaria o también según la catástrofe y finalmente según la duración e intensidad pueden ser muy rápidas o moderadas. (Sociedad Geográfica de Lima, 2011)

Las consecuencias de las inundaciones son:

- Por lluvia, el agua se acumula de las precipitaciones por diferentes causas.
- Por desbordamiento de los ríos o rieras.
- Por rotura u operaciones incorrectas de infraestructuras hidráulicas como presas. Grupo de Análisis de Situaciones Meteorológicas Adversas (**Suarez, 1998**).

Por lo tanto, las inundaciones se las clasifican en relación al régimen de los cauces en: encharcamiento, lenta o de tipo aluvial; y finalmente puede ser súbita o de tipo torrencial.

2.2.5 Inundación (Alertas hidrológicas)

Es un evento natural el cual se lo conoce como el desbordamiento en las corrientes de agua que se genera de lluvias intensas o continuas que, al superar la capacidad de retención del suelo inundan terrenos cercanos al cruce de agua. Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento (IDEAM, 2019).

2.2.5.1 Inundación de tipo aluvial / inundación lenta

Se genera cuando existe lluvias persistentes y generalizadas dentro de la cuenca, incrementando los caudales de los grandes ríos hasta sobrepasar la capacidad máxima que se tiene para almacenaje, es así que se origina desbordamientos e inundaciones de las áreas planas aledañas al cauce principal. Las crecientes producen su flujo lento generando así una gran duración. (IDEAM, 2019) Se puede decir que las inundaciones, se pueden generar en las partes bajas de las cuencas de los ríos cercanos de la cuenca hidrográfica.

2.2.6 Inundación de tipo torrencial / inundación súbita

Este tipo de inundación se produce en ríos de montaña o también puede ser por lluvias intensas. El área de la cuenca se reduce y genera fuertes pendientes. El aumento de los caudales se originan dependiendo la intensidad de las tormentas existentes en determinadas épocas del año, por lo que las crecientes suelen ser repentinas y de corta duración (IDEAM, 2019). Este tipo de inundación solo se genera por la presencia de lluvias intensas o fuentes cercanas como ríos de montaña.

2.2.7 Riesgo de Inundación

Es un riesgo natural universal, es el principal causante de daños económicos, sociales y ambientales. Se puede decir que es necesario realizar el análisis de los factores de amenaza, exposición, capacidades y vulnerabilidad. (Rojas & Martínez, 2011)

Los ríos por naturaleza cuentan con un sistema de control para las fuertes corrientes donde el agua se almacena por cortos tiempos en espacios conocidos como zonas inundables, de manera el desbordamiento del flujo en lugares en donde nace el cauce principal en el cual se expande el agua, se reduce las crecidas y el nivel de energía acumulado. Las crecidas distribuyen la carga sedimentaria, transportan nutrientes y recarga las aguas subterráneas. (Sociedad Geográfica de Lima, 2011)

2.2.8 Tipos de cuencas

2.2.8.1 Cuencas Hidrográficas

Según (Sociedad Geográfica de Lima, 2011), es la superficie de terreno en la cual la escorrentía superficial rodea por completo a través de una serie de corrientes de río y lagos que terminan en el mar. Es un recurso que pueden formar sub-cuencas en superficies de terreno que constituye una corriente que nace desde un punto de agua específico y puede ser un lago o varios ríos.

Según (Sociedad Geográfica de Lima, 2011), una cuenca hidrográfica se divide en tres partes:

- **Cuenca alta:** es el nacimiento del río principal.
- **Cuenca media:** es el valle de un río donde se forma un zigzag.
- **Cuenca baja:** es donde el río pierde velocidad y se acumula materiales para formar llanuras

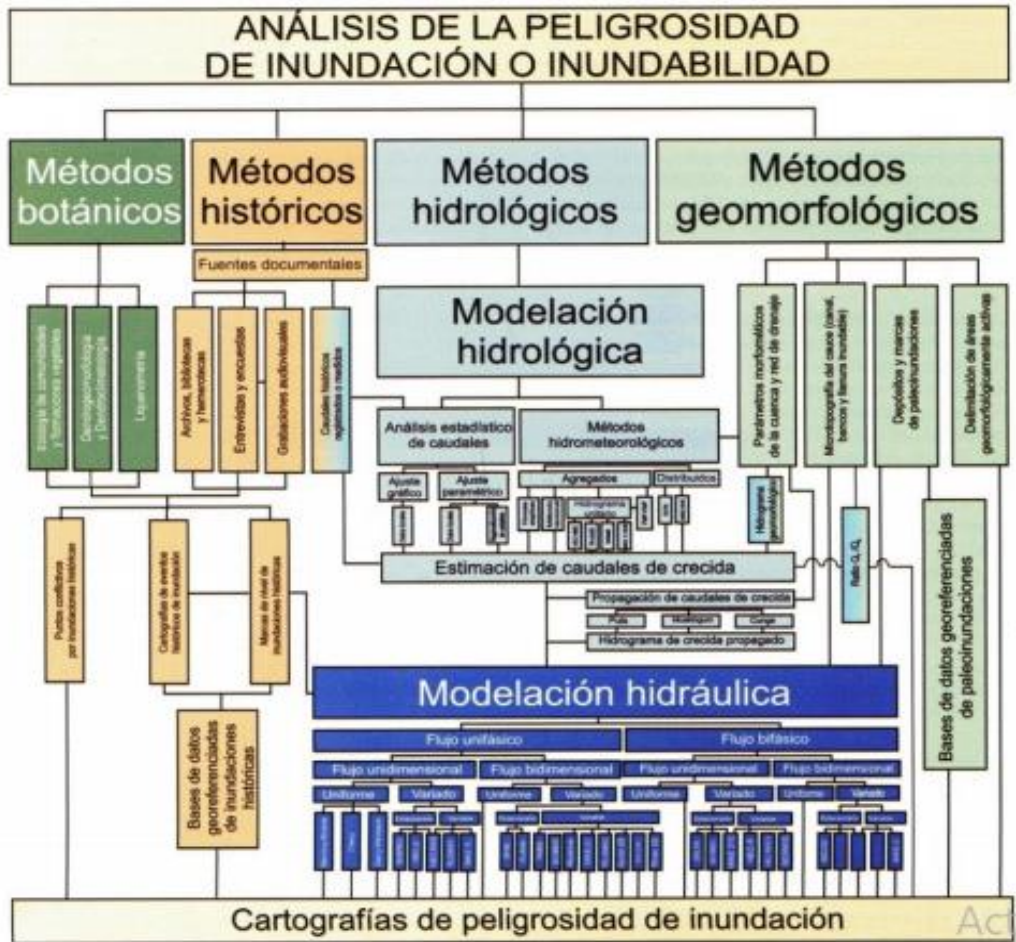
2.2.9 Métodos para evaluación de amenaza o peligrosidad de inundación

Para identificar las zonas susceptibles a inundación en las zonas de estudio se hace referencia a diversos métodos que pueden agruparse en los siguientes: método histórico,

hidrológicos e hidráulicos, geológicos y geomorfológicos y el software de sistema de información geográfica (Alvear & Cruz, 2009).

Figura 4

Métodos de evaluación peligrosidad o amenaza de inundación



Fuente: (Herrero, Huerta, & Llorente, 2008)

2.2.9.1 Método histórico

Los métodos históricos emplean marcas y placas sobre elementos artificiales (edificaciones, vías de comunicación, obras públicas, etc.), documentación histórica (manuscritos e impresos, bibliotecas y hemerotecas) y testimonios (orales o audiovisuales) para reconstruir la extensión cubierta o la cota alcanzada por las aguas durante una crecida desencadenante en el período histórico. Una metodología fácil de aplicación radica en presumir que el agua en alguna ocasión toma niveles altos y bajos lo cual se conoce como crecida histórica (Salazar & Ruiz, 2017).

2.2.9.2 Método hidrológico e hidráulico

Mientras que los métodos hidrológicos sensu stricto persiguen describir numéricamente los aportes y los caudales (esto es, los hidrogramas de crecida o variables de los mismos o derivadas de ellos) los métodos hidráulicos persiguen determinada distintas variables relacionadas con el flujo de superficie de tales hidrogramas (o para valores determinados de caudal) como la extensión anegable, el calado, etc (Salazar & Ruiz, 2017).

2.2.9.3 Método geológico y geomorfológico

Dentro de este método se permite obtener evidencias geológicas de campo sobre los desbordamientos pasados y estos como pueden ser (abanicos de derrame, erosión del suelo, materiales pétreos, etc.), y son de vital importancia para dar validez a los resultados obtenidos por los modelos hidráulicos como son los calados o velocidades para cada período de retorno, sin embargo se menciona que los cauces del río se modifican y los rasgos morfológicos en el entorno del cauce del río y por tanto son susceptibles a ser inundadas (Salazar & Ruiz, 2017).

2.2.10 Uso de los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión de Riesgos

El uso de los SIG permite a los profesionales de diferentes áreas con la manipulación de información en los recursos naturales, poblaciones, peligros naturales e infraestructura. Esto puede servir de guía a zonas con bajo riesgo y que sean aptos para el desarrollo de actividades productivas (OAS, 1989).

En la gestión de inundaciones el instrumento principal son los SIG que consiste en identificar los mapas de riesgo ante posibles inundaciones, esto facilita la toma de decisiones e identifica atención inmediata a zonas que necesitan implementación oportuna de estrategias para gestión de riesgos en lugares donde se analiza en la localidad o puede ser en la comunidad, los sistemas de información geográfica permiten que los planes de territorio

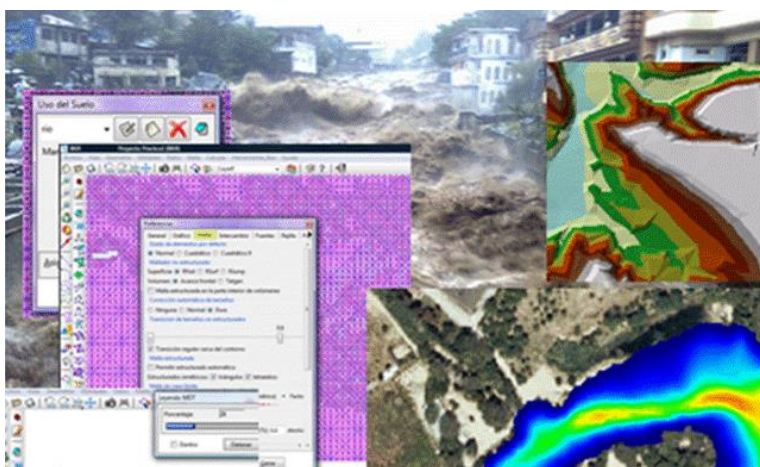
conocer la infraestructura de lugares con mayor probabilidad de riesgo para inundación y para esto se requiere crear planes de emergencia para actividades y minimizar los riesgos.

2.2.10.1 IBER. Potente software libre. Agua en 2D

Cuando hablamos de simular el movimiento de agua inmediatamente pensamos en conocidos programas informáticos, algunos de los cuales son unidimensionales, mientras que otros, más actuales, son bidimensionales. Algunas tienen un alto costo económico, mientras que otros son gratuitos. Algunos tienen un alto costo computacional, mientras que otros tienen un bajo costo computacional (Palacio, Francisco, & Uriel, 2010).

Figura 5

Potente software libre Agua en 2D



Fuente: (Palacio, Francisco, & Uriel, 2010).

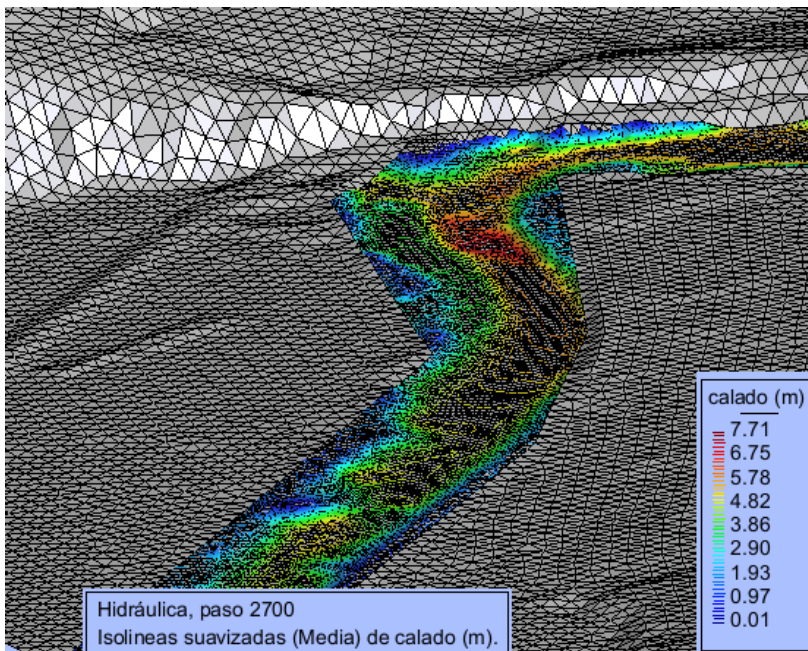
Mayor precisión de los resultados, modelos en dos dimensiones, mayores tiempos de cálculo, mejores computadores y, en la mayoría de los casos, mayores costos que cada vez son más difíciles de asumir para las empresas y organizaciones que deben realizar estas simulaciones. En estos casos, la otra opción es ejecutar la simulación en una dimensión, lo que pierde mucha calidad y distorsiona los resultados (Carro, 2009).

Iber: se le conoce como el modelo hidrodinámico bidimensional para simulaciones en lámina libre.

El módulo hidrodinámico de Iber resuelve los equilibrios de agua en flujo libre para aguas poco profundas. Además, tanto en el modelo hidrodinámico como en el de turbulencia y sedimentación, las ecuaciones se resuelven de forma integrada mediante el método de volúmenes finitos en malla no estructurada, con todas las ventajas que ello conlleva (Carro, 2009).

Figura 6

Modelamiento hidráulico



Fuente: (Carro, 2009).

Con todas estas características, Iber se ha convertido en un potente software gratuito de modelado hidráulico que se mejora y actualiza constantemente, lo que permite a los usuarios realizar todos los cálculos que de otro modo serían imposibles en una dimensión y proporciona estabilidad numérica al régimen variable. Por su constante actualización y adaptación a las necesidades actuales, promete ser la herramienta imprescindible que los ingenieros hidráulicos utilizarán en su día a día (Carro, 2009).

2.2.11 Metodología de Secretaria de Gestión de Riesgo - SGR

La metodología desarrollada por la SGR propone evaluar la amenaza por inundaciones según el esquema y la fórmula (adjunta), de acuerdo al escenario; para ello, se deben expresar los factores o parámetros de análisis en diferentes mapas rasterizados y reclasificados, en función de pesos asignados según su importancia (SNI, 2010).

Posteriormente, con el Raster Calculator o Weighted Overlay, herramientas de Spatial Analyst, a cada uno de los mapas se le atribuye un porcentaje cuya suma total equivale al 100 % para esto se toma en cuenta 5 elementos que se representa mayormente de 1 y 5.

Ecuación 1 Calculo de At

$$At = [saturación] * 0,52 + [permeabilidad] * 0,20 + [zonas de acumulación] * 0,10 + [uso del suelo] * 0,10 + [precipitación] * 0,08$$

Saturación: Se obtiene a través del software Arcview donde se analiza parámetros hidrofísicos del suelo como ángulo de fricción interna y cohesión del suelo estas variables determinan la capacidad de retención de agua por el suelo. Finalmente, el software hace una reclasificación en cinco clases de acuerdo al tipo de material litológico marcando las zonas de mayor saturación (SNI, 2010).

Permeabilidad: Este factor requiere para su evaluación de conocimientos de la litología del país, experiencia geológica de campo y conocimiento de las características ingenieriles de los materiales. Por lo tanto, debe ser valorado por profesionales con experiencia en este trabajo. Para obtener mejores resultados. Es recomendable que utilice información geológica adecuada (información primaria, escala adecuada, etc.) para determinar lo mejor posible las características de la geología del basamento y los depósitos superficiales (SNGRE, 2019).

Precipitación: El factor precipitación expresa la influencia de las lluvias como factor causal preparatorio o desencadenante de inundaciones. Se podrá expresar de dos maneras, de

acuerdo a los datos disponibles: como la intensidad de precipitaciones máximas en 24 horas o como isoyetas anuales de la zona de estudio (SNGRE, 2019).

2.2.11.1 El mapa de amenazas

Una vez obtenido los mapas de los factores se procede a determinar la amenaza, que debe ser considerada más bien, en este caso, como una evaluación de la susceptibilidad, sumando los mapas, para obtener un valor de A_t mayor que 0 y máximo igual a 1, según el algoritmo diseñado en la propuesta metodológica de la SGR.

Se entiende que el peso o factor de ponderación atribuido a cada factor o parámetro, es en este caso, determinado por la experiencia de los proponentes, e la zona de trabajo o en varias zonas similares. Si los factores de ponderación de los parámetros han sido obtenidos para zonas similares a las zonas de estudio se puede intentar poner otros pesos, considerando que en la mayoría de los métodos que utiliza esta técnica los factores más relevantes son: la litología. La pendiente o relieve, el clima lluvias (SNI, 2010).

Los valores de A_t deben ser reclasificados en 5 clases (Muy baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta) considerando intervalos de acuerdo a los valores de A_t representan en el área de estudios la zonificación de la susceptibilidad mediante Fenómenos de Inundaciones .

En todo caso se están realizando ensayos de esta propuesta y su validación en varias zonas del país, la ponderación de los parámetros es válida solamente en cada zona como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1*Nivel de amenazas.*

Nivel de amenaza o peligro	Caracterización
Zona de peligrosidad alta (ZPM), color rojo (ZPA), color rojo	Sector del territorio donde frecuentemente existe grave peligro para la integridad de las personas y graves daños a bienes por el calado de la plancha de agua (calado: $y \geq 1\text{m}$), esto por la velocidad de la corriente ($v \geq 1\text{ m/s}$)
Zona de peligrosidad media (ZPM), color naranja	Sector del territorio susceptible de ser anegado frecuentemente, pero con calados y velocidades que no suponen peligro para la vida humana ($y < 1\text{m}$; $v < 1\text{ m/s}$; $y \cdot v < 0,5\text{ m}^2/\text{s}$). Componen las zonas inundables de probabilidad media con frecuencias de TR50 años.
Zona de peligrosidad baja (ZPB) color amarillo	Sector del territorio en el que sólo se producirían inundaciones con carácter extraordinario, con bajas probabilidades y frecuencias (TR 50 años), y calados y velocidades muy bajas no susceptibles de producir daños a la población.

Fuente: Diez-Herrero, et. al (2008) adaptado de (SNI, 2010).

La zona de amenaza se detalla de la siguiente manera

Tabla 2*Zona y niveles de amenaza inundación.*

Zonas y niveles de Amenaza inundación.	Indicadores	Posibles afectaciones
	Calados (y): $\geq 1,00\text{ m}$, velocidades (v): $\geq 1,00\text{ m/s}$, producto calado por velocidad ($y \cdot v$): $\geq 0,50\text{ m}^2/\text{s}$.	Riesgo alto para personas y posibles daños graves a las infraestructuras.
	Calados (y): De 0,41 a 0,99 m, velocidades (v): De 0,41 a 0,99 m/s, producto calado por velocidad ($y \cdot v$): De 0,081 a 0,49 m ² /s.	Afectaciones a las viviendas, los vehículos pueden perder adherencia, el arrastre objetos que pudieran afectar a la estabilidad y movilidad de las personas medio.

<p>Calados (y): < 0,40 m, velocidades (v): < 0,40 m/s, producto calado por velocidad (y*v): < 0,080 m²/s.</p>	<p>Presentaría afectaciones leves para las vidas humanas, podrían presentarse tropiezos, caídas u otras causas de poca importancia.</p>
---	---

Fuente: La tabla muestra Zona y niveles de amenaza inundación. Adoptado de: (SNI, 2010).

2.2.12 Medidas estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo de inundación

Se consigue diferenciar las medidas establecidas para modificar la canalización de un río en donde se busca cambiar el comportamiento de la población mediante las medidas no estructurales como la regulación de normas y políticas para los habitantes en los espacios vulnerables.

La construcción de infraestructura hidráulica es una adaptación más común que se trata de almacenar los caudales extraordinarios dentro los límites en donde no represente peligro para la población, las construcciones y los bienes de las familias de la zona. Hay diferentes modalidades de obras hidráulicas que destacan la arquitectura de diques, la canalización del cauce del río, murallas de contención, la desviación del curso fluvial y la más importante la construcción de presas y embalses artificiales (Rufato, 2019).

2.2.12.1 Medidas estructurales

Rufato (2019), afirma que los métodos estructurales hacen hincapié en mejorar la permanencia física. A continuación se enumeran las sugerencias tecnológicas útiles que se pueden utilizar:

- Reforzar los edificios.
- Construir defensas en lugares estratégicos.
- Impermeabilizar los edificios necesarios.
- Construir un sistema de drenaje pluvial exterior suficiente.
- Elevar las defensas de los tejados para proteger la estructura de la humedad.
- Proteger los tejados.

- Crear caminos para la protección del perímetro.
- Instalar una red de canalones en los techados inclinados para facilitar el drenaje del agua.
- Evaluar la resistencia de los muros a la fuerza de empuje del agua y tomar precauciones para garantizar su estabilidad.

2.2.12.2 Mapa de Inundación

Los mapas de inundación suministran información en relación a eventos pasados en el país en temas de inundación y el impacto que genera. Esta indagación permite a las personas que deben tomar decisiones en las parroquias, provincias, regiones o país optimar la orientación sobre las inundaciones. Los distintos mapas ayudan con la concientización de las personas que habitan las zonas de riesgo a inundaciones. Existe siete tipos de mapas: Evento de inundación, Preliminar de inundación, Vulnerabilidad de inundación, Amenaza de inundación, Riesgo de inundación y Zonificación de inundación.

2.3 Fundamentación legal

2.3.8 Constitución de la República del Ecuador, 2008

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural y ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

Art. 390.- Los riesgos se deben gestionar teniendo como base la descentralización subsidiaria. Si sus capacidades de gestión del riesgo son insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y capacidad técnica deben brindar el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad (Asamblea Nacional Constituyente, 2008)

2.3.9 Código Orgánico de Organización Territorial Autónomo y Descentralizado, COOTAD

Art. 140.- habla sobre la gestión de riesgos que se relacionan a las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio. (La Asamblea Nacional, 2010).

2.3.10 Ley Orgánica De Ordenamiento Territorial, Uso y Gestiona de Suelo, y su Reglamento

CAPITULO II

Art. 10.- habla sobre los Planes de Uso y Gestión del Suelo, PUGS, los cuales son instrumentos de planificación y gestión que tienen como objetivos establecer los modelos de gestión del suelo y financiación para el desarrollo.

Los Planes de Uso y Gestión del Suelo podrán ser ampliados o aclarados mediante los planes complementarios como planes maestros sectoriales, parciales y otros instrumentos de planeamiento establecidos por el gobierno autónomo descentralizado municipal y metropolitano.

En los Planes de Uso y Gestión del Suelo, los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos deberán reconocer las características locales particulares para la definición del alcance de los planes parciales en relación con la adscripción o adjudicación de cargas generales y locales, los estándares urbanísticos relacionados con cesiones de suelo y densidades establecidas en los aprovechamientos para cada uno de los tratamientos, para efectos de establecer e implementar los sistemas de reparto equitativo de cargas y beneficios en cada tratamiento.

Los Planes de Uso y Gestión del Suelo mantendrán siempre una relación directa con los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial a nivel cantonal y apoyarán las definiciones establecidas a nivel provincial y parroquial (LOOTUGS, 2019).

Art. 19.- Suelo rural. - Es el destinado principalmente a actividades agro productivas, extractivas o forestales, o el que por sus especiales características biofísicas o geográficas debe ser protegido o reservado para futuros usos urbanos, según lo establecido en el artículo 19 de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS, 2019).

4. Suelo rural de protección. – Se caracteriza por su estructura biofísica, ambiental, paisajística, sociocultural, o por presentar factores de riesgo, merece medidas específicas de protección. No es un suelo apto para recibir actividades de ningún tipo, que modifiquen su condición de suelo de protección, por lo que se encuentra restringida la construcción y el fraccionamiento. Para la declaratoria de suelo rural de protección se observará la legislación nacional que sea aplicable, según lo

prescrito en el artículo 19 numeral 4 de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (Superintendencia de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo, 2018).

2.3.11 Ley de Aguas

TITULO XI

DEL RIEGO Y SANEAMIENTO DEL SUELO

Art. 51.- Declárense obras de carácter nacional el riego de las tierras secas del país y el Saneamiento del suelo de las zonas inundadas. El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, como Organismo ejecutor del Ministerio de Agricultura y Ganadería, aprobará y supervisará los estudios, realización de las obras de riego y Saneamiento del suelo, así como su posterior utilización.

Art. 52.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos determinará la disponibilidad de las aguas de los ríos, lagos, lagunas, aguas corrientes o estancadas, aguas lluvias, superficiales o subterráneas y todas las demás que contemplan esta Ley, como aptas para los fines de riego.

TITULO XII

DE LA OBLIGATORIEDAD DEL RIEGO

Art. 53.- Es obligatoria la utilización para riego de las aguas conducidas por canales de regadío construidos con fondos del Estado. Están sujetas a la obligación prevista en el inciso anterior, las heredades dominadas por los canales mencionados y que tengan una pendiente menor del veinte por ciento. El caudal será fijado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos. (Asamblea Nacional, 2014)

2.4 Hipótesis o ideas a defender

Se considera una hipótesis aquella guía específica de la investigación, que el investigador busca o también todo aquello que una vez concluido se podrá probar. Parte de una presunción de algo, o la posibilidad de que algo se descubra; son enunciados que tratan sobre el fenómeno investigado, sirven para comprobar las ideas a defender si son o no

verdaderas: ya sea que en las conclusiones afirmadas o se rechace, ése resultado sigue siendo ciencia o conocimiento científico nuevo (Zamorano, 2017).

Para el proyecto de investigación se desarrolla dos ideas a defender como se detalla:

Nula: el análisis de la exposición ante inundaciones en la zona alta del sector de pasa san fernando hasta la zona baja del sector de quillan playas del cantón ambato no permite reducir el impacto de amenaza

Alternativa: el análisis de la exposición ante inundaciones en la zona alta del sector de pasa san fernando hasta la zona baja del sector de quillan playas del cantón ambato permite reducir el impacto de amenaza

2.5 Variables

Las variables del estudio son herramientas que permiten observar, medir y controlar las cualidades del fenómeno de estudio.

- **Variable Independiente :** El análisis de la exposición ante inundaciones
- **Variable Dependiente:** Elementos expuesto

2.6 Operacionalización de variables

En esta parte del desarrollo se identifica las cualidades de las variables y los indicadores para medir las variables como se detalla a continuación:

Tabla 3

Sistema de variables

Variables: Sistema de Información Geográfico

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala	Herramientas
El análisis de la exposición ante inundaciones	Es el análisis de un evento natural el cual se lo conoce como el desbordamiento en las corrientes de agua que se genera por las lluvias intensas o continuas al	Factores de susceptibilidad de inundaciones	Modelo Digital de Elevaciones –DEM Área de la cuenca	de Grado de saturación () Zonas de Acumulación Km ²	Cartografías temáticas

superar la capacidad de retención del suelo (IDEAM, 2019)	Uso y cobertura Vegetación	Área en hectáreas de tipo de uso suelo y cobertura vegetal	
	Precipitación	Precipitación mensual y anual	
Geomorfología del terreno.	Valle fluvial	Estrecho	Cartografías temáticas Observación de campo
	Cono de deyección	Reciente	
		Antiguo	
	Coluvio Aluvial	Reciente	
		Antiguo	
	Coluvión	Reciente	
		Antiguo	
	Terrazas	Aluvial	
		Media	
Geología del terreno	Depósitos Aluviales	Aluvial	Cartografías temáticas Observación de campo
	Depósitos Aluviales (terrazas)		
	Depósitos coluviales		
Topografía	Pendiente	Plano o casi plano	

(Relieve)

Irregularidad, ondulación
moderada

Fuertes, colinado

Muy fuerte, escapado

Abruptas, montañoso

	Tipos de drenaje (red Fluvial)	Densidad de drenaje Caudal	Zonas y niveles de inundación	Fino Medio Grueso Caudal actual del río	Altura de la lámina de agua m ²	Velocidad la que circula el agua m/s	Niveles de inundación	Cartografías temáticas Observación de campo	Alto
Se han desarrollado diferentes métodos para identificar zonas vulnerables a estos eventos; uno de ellos, y	Susceptibilidad des inundaciones								

Elementos expuestos	quizás el más avanzado, es el uso de sistemas de información geoespacial (SIG), que pueden capturar, almacenar, integrar, analizar y difundir datos sobre zonas específicas. (Alvarado, 2014).	Elementos expuestos	Edificaciones Vías Red eléctrica Red de agua potable Red de alcantarillado	Medio Bajo
---------------------	--	---------------------	--	---------------

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo, nivel y métodos de Investigación

En el desarrollo del tema de investigación la línea de desarrollo se realizó con un enfoque mixto, en donde se combina el análisis cualitativo y cuantitativo; este enfoque se realiza mediante el levantamiento de información, los procesos y el análisis de datos cuantitativos y dentro del contexto, estos enfoques son la herramienta necesaria para responder a preguntas de la investigación y comprobación de la hipótesis.

Según Jiménez y Domínguez (2007) indica que los métodos cualitativos permiten partir de la idea ficticia básica que el mundo social construye mediante significados y símbolos, de ahí nace el concepto de la intersubjetividad en donde se convierte en una pieza clave de la investigación cualitativa y corresponde al punto de partida para captar reflexivamente los significados sociales.

La modalidad de investigación cualitativa se encarga de conocer las descripciones más detalladas sobre las variables del análisis de la exposición ante inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan Playas del cantón Ambato, son de ayuda para comprobar el problema y dar soluciones al fenómeno a investigar.

La investigación cuantitativa constituye un conjunto de procesos, de manera secuencial y contiene datos que se puedan verificar para determinar la viabilidad del proyecto. Se enfoca al levantamiento y recolección de datos para experimentar una hipótesis con base al cálculo numérico y el análisis estadístico, con el fin de conseguir patrones sobre el comportamiento del fenómeno y probar su teoría expuesta (Fernández & Baptista, 2014).

Esta investigación se apoya relevantemente, pues se procede a la ejecución del levantamiento de información con la utilización de instrumentos admitidos para su respectiva interpretación y análisis.

Nivel o tipo de investigación

La investigación bibliográfica por las concepciones y antecedentes investigativos que permiten plantear conceptualizaciones propias referente a el análisis de la exposición ante inundaciones en la zona alta y zona baja del cantón Ambato; proyectandose a través de información secundaria que está en libros, revistas, artículos científicos, etc., permitiendo ampliar los conocimientos sobre la variable descrita.

El autor (Martins, 2010) define: La Investigación de campo es la recolección de datos desde el fenómeno o la realidad donde suceden, esto sin modificar las variables, experimenta los fenómenos sociales en naturaleza; el investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta (p. 88).

Esta investigación cumple características de primer orden es decir recabar información en el mismo lugar de los hechos en este caso directamente desde la zona alta y baja del cantón Ambato a través de instrumentos o herramientas para levantamiento de la información como lo son el cuestionario y la lista de verificación para el levantamiento de información.

La investigación descriptiva como su nombre lo indica, se enfoca en datos u observaciones ya pasados, con esto el investigador toma y analiza el levantamiento de información, asumiendo la veracidad de los datos proporcionados. Este tipo de investigación es uno de los más utilizados en los proyectos sociales. Sin embargo, su uso es común en algunos campos de las ciencias de la salud, como son la epidemiología, la demografía y otros similares (Barnet, 2017). La investigación descriptiva tiene como finalidad conocer las acciones a tomar, su principal objetivo es identificar las variables que brindan información, posterior a esto se analiza detalladamente los resultados, se ejecuta un sistema de medición y control.

Métodos, técnicas e instrumentos

El método inductivo utiliza un análisis que va de lo general a lo particular, facilitando el estudio del comportamiento de los fenómenos naturales como lo son las inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan Playas para finalmente, extraer las conclusiones más representativas que contribuyan al alcance de objetivos.

El método Analítico-sintético determina las causas principales que conllevan a los procesos para evitar fenómenos naturales que afecten a la sociedad y personas oriundas de dichos sectores, permitiendo plantear propuestas o estrategias que mejoren sustancialmente eventos de carácter natural.

Técnicas

Entrevista: este instrumento se aplica con la finalidad de levantar información a una persona o representante en específico por lo regular que posee más información sobre el fenómeno de estudio, ya que esta técnica permite tener una conversación estructurada y directa con los actores principales que llevan el proceso para el mejoramiento de los desastres naturales en la zona alta y baja de la ciudad de Ambato.

Guía cuestionario: este instrumento está diseñado con preguntas abiertas y cerradas, de manera que se tenga el control de la entrevista y las respuestas no sean generales, tienen el fin de que se pueda analizar y considerar las respuestas para la comprobación de hipótesis. Es una técnica que se usa para identificar los diferentes factores que influyen dentro del fenómeno de la variable de estudio, en donde se detalla aspectos sobre las corrientes y planicies, los sembríos y matorrales entre otros. Este instrumento se pretende identificar el aporte para las variables medibles, dejando así un registro con la información.

3.2 Población y muestra

El desarrollo de estudio se encuentra enfocado a la zona alta del sector de Pasa San Fernando se registra 6.382 habitantes y la zona baja de Quillan Playas comprendida por 5582

habitantes finalmente se identifica de acuerdo a la información un registro de 133.187 habitantes pertenecientes a la zona rural de la provincia de Tungurahua de acuerdo a los datos estadísticos (INEC, 2010).

Para identificar la percepción real de la amenaza de inundación, de acuerdo a la población tomada como muestra consolidan un total de 498 familias que habitan en zonas de Pasa y Quillan Playas de la provincia de Tungurahua, donde se emplea el siguiente proceso.

Tabla 4

Variables para el Cálculo de muestra poblacional

Z= Nivel de confiabilidad	1,96
e= Error de muestreo 5%	0,05
N= Población universo	498
“Familias”	

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Para esto se emplea la siguiente fórmula de población finita donde se reemplaza los siguientes caracteres;

n: tamaño de la muestra.

N: tamaño de la población

p: posibilidad de que ocurra un evento, p = 0,5

q: posibilidad de no ocurrencia de un evento, q = 0,5

E: error, se considera el 5%; E = 0,05

Z: nivel de confianza, que para el 95%, Z = 1,96

$$n = \frac{Z^2 \cdot pq \cdot N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 \cdot pq}$$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot (0,25) \cdot 367}{0,05^2 * (367 - 1) + 1.96^2 \cdot (0,25)}$$

$$n = \frac{352,46}{0,845 + 0,96}$$

$$n = \frac{352.46}{(1,8054)}$$

$$n = 187$$

Tabla 5

Población Pasa San Fernando y Quillan Playas

Parroquia	N° de familias	N° de casos	Factor de distribución	N° de encuestas
Pasa San Fernando y Quillan Playas	498	187	1,87	187
Total	498	187	1,87	187

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Nota: se puede deducir que la muestra de 187 encuestas representa las 367 familias de la Zonas de Pasa y Quillan Playas.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

En el desarrollo del proyecto de investigación se documentan las técnicas empleadas para el levantamiento de información que de detalla;

Para el proceso de la información se pretende aplicar los instrumentos planteados para después realizar la tabulación y registrar los informes en los cuales se usa como herramientas software como Word y Excel. También se pretende realizar el análisis del proceso y cartografía en el sistema de información geográfica Argis; para el planteamiento del modelo de contingencia de inundaciones se usa el factor hidraulico comprendido como un método Racional en la aplicación del modelo matemático Iber para la simulación de flujos y ríos que comprenden estos fenómenos naturales.

3.4 Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos

Para el proceso de la información en los objetivos planteados en el desarrollo del proyecto se realiza en el software antes mencionado con la finalidad de recolectar, ingresar, desarrollar, analizar y manipular los datos de la investigación científica y de campo; también se pretende determinar las amenazas naturales como la inundación que se genera por mala planificación en el programa Arcgis donde se crea mapas con detalle geográfico e identificación del origen natural en Iber para conseguir resultados del cálculo y delimitación de las zonas afectadas por el fenómeno de estudio.

3.4.1 Metodología para el objetivo 1: Identificar las zonas de exposición de inundaciones en el cantón Ambato.

Para evaluar la amenaza de inundaciones en las zonas de Pasa y Quillan Playa se desarrolla el análisis sobre las características del río Ambato, en donde se enuncia los datos y se presenta en el mapa.

Tabla 6

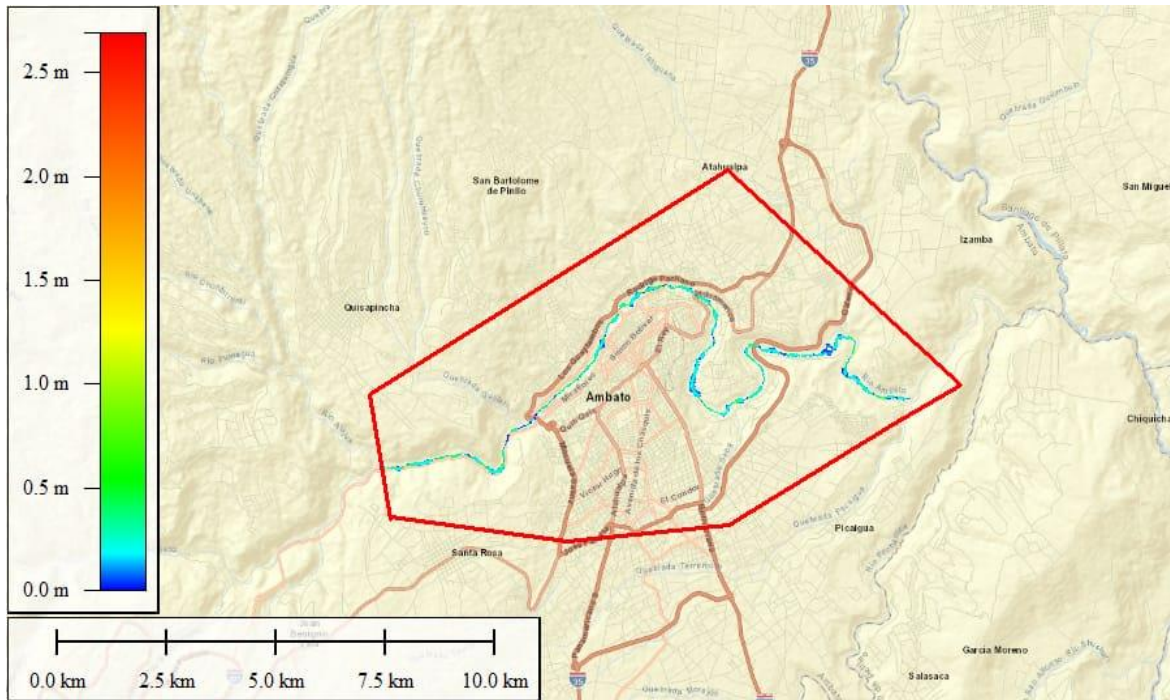
Datos del Río Ambato.

Datos del Río Ambato	
Área:	46,5 hectáreas que equivale a 0,465 km ²
Longitud:	2660 m (cauce principal)
Altura máxima:	6.260 m
Altura mínima:	1.250 m
Pendiente:	0,10m/m

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Figura 7

Localización zona de estudio



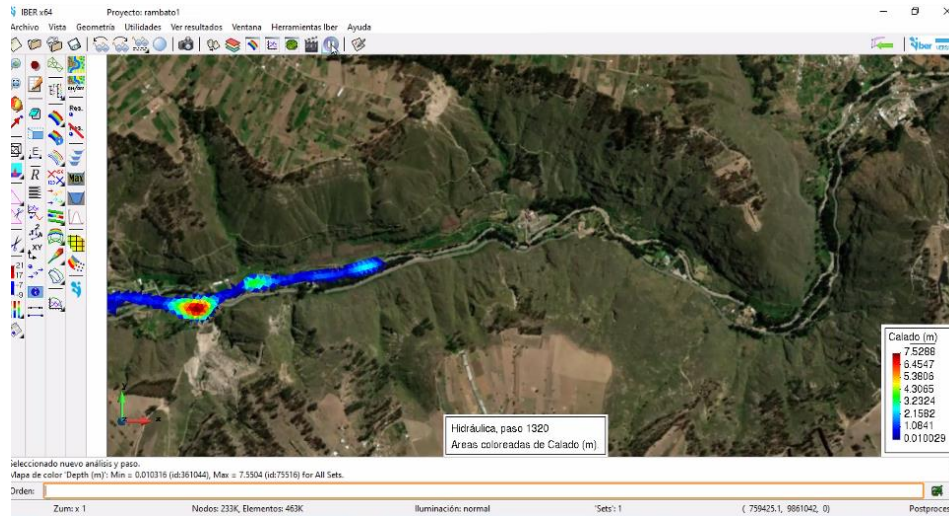
Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Nota: Para el modelamiento hidrológico se desarrolló el método racional en donde se obtiene los datos necesarios para determinar cuál es el caudal máximo y cual es el caudal mínimo, también se puede demostrar cual es el tiempo de retorno proyectado a 50 años en las riberas del río Ambato.

Se emplea el software Iber 2.6 en donde se ingresa los resultados obtenidos en el modelamiento hidrológico y conocer las curvas de nivel y la susceptibilidad de inundación; se ubicó el río en el area de estudio mediante la aplicación Arcgis que se puede transformar al formato ASCII en Arctoolbox a partir del shapefile para las curvas de nivel con combinaciones en el software ArcGis.

Figura 8

Amenaza inundación río Ambato



Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Nota: El modelamiento hidráulico en el software Ibe refleja resultados en imágenes ráster del área de inundación con calados y velocidades para tiempos de retorno (TR) de 50 años

En la zona de estudio, estos resultados son procesadas para identificar las zonas y niveles de amenaza ante un posible inundación, mediante los criterios empelados en el software ArcGis que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 7*Niveles de amenaza inundación río Ambato*

Zonas y niveles de Amenaza	Indicadores (para TR 50)
Zona de amenaza alta	Calados (y): $\geq 1,00$ m y velocidades (v): $\geq 1,00$ m/s.
Zona de amenaza media	Calados (y): De 0,41 a 0,99 m y velocidades (v): De 0,41 a 0,99 m/s.
Zona de amenaza baja	Calados (y): $< 0,40$ m y velocidades (v): $< 0,40$ m/s.

Fuente: Paucar, 2016.**Elaborado por:** Valverde, Ricardo 2022

3.4.2 Metodología para el objetivo 2: Evaluar los elementos expuestos en las zonas de inundación en el área de estudio.

Para caracterizar los factores en la amenaza de inundación se realizó visitas de campo, revisión documental y la aplicación de programas informáticos (Excel y Word), ArcGis 10.3 para la creación shapefiles (shp) y ráster. El análisis estadístico de la información se emplea mediante la aplicación del instrumento de lista de la encuesta en donde se formula 10 preguntas cerradas o de selección para estimular la colaboración en la aplicación de los implicados; después se procede a emplear el análisis estadístico mediante el método chi cuadrado empleado en población finita. También se empleó una entrevista con la finalidad de levantar información sobre la realidad que viven los habitantes de estas zonas cuando se lleva a cabo estos fenómenos naturales y que tipo de ayuda poseen por parte de las autoridades pertinentes.

Para la exposición de la amenaza en infraestructura de inundación del TR 50 años, se realiza una matriz en donde se detalla las principales edificaciones más relevantes y se procede

a evaluar el riesgo como son; parques, puentes, UPC, centros de salud, lugares turísticos, escuelas que se encuentra en la vía de las zonas de estudio. Después se realiza una tabla donde se identifica los resultados del mapa de susceptibilidad ante inundaciones que se muestra en la infraestructura en relación al centro y poblados identificados con la vulnerabilidad.

3.4.3 Metodología para el objetivo 3: Análisis de infraestructura ante inundación del río Ambato en zonas de Pasa y Quillan Playas.

A partir de los resultados del objetivo 1 y 2 planteados, se define las posibles zonas de inundación que a posterior podría afectar a los habitantes en la población e infraestructura como viviendas, centros de apoyo de seguridad, lugares turísticos, centros educativos, centros de salud de las zonas de Pasa y Quillan Playas, por lo que se plantea estrategias y medidas de reducción para la zona de estudio estructurales como se detalla y no estructurales como son modificaciones y desarrollo de políticas para el control de zonas pobladas, para finalizar se menciona impartir capacitaciones sobre medidas de prevención el antes, durante y después de estos eventos naturales.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados por objetivos

4.1.1 Resultado del objetivo 1: Identificar las zonas de exposición de inundaciones en el cantón Ambato.

Por la situación geográfica en la que se encuentra el Ecuador, mediante la cordillera de los Andes presenta una gran variedad de condición climática sin importar si las distancias son cortas o largas. Ecuador está ubicado dentro de la zona del cinturón de leves presiones atmosféricas. Los cambios extremos en los procesos meteorológicos ocasionan riesgos de alto grado en las condiciones climáticas del cantón Ambato y conforman un conjunto de condiciones atmosféricas coadyudantes, altitudinales, orográficas que provienen desde la amazonía.

La provincia de Tungurahua pertenece a la región interandina específicamente en la zona centro del Ecuador, entre los $1^{\circ} 6' 31''$ y $1^{\circ} 28' 37''$ de latitud sur y $78^{\circ} 32' 11''$ y $78^{\circ} 56' 18''$ de longitud oeste; esta zona tiene climas tórridos y templados. El clima en la provincia de Tungurahua varía de acuerdo a la altitud que oscila entre de 2.225 a 5.000 msnm desde el cauce del río Ambato hasta el río Patate, variando en temperaturas templadas de los 16°C , la zona más fría está situada en el lugar más alto que corresponde al nevado Chimborazo con temperaturas mayores a los 0°C . La zona occidental está situada por la región costa o litoral, en el cual despliegan nubes de vapor que suben lentamente y condensan las vertientes o cuencas de los Andes los cuales pertenecen a la cuenca del río Ambato. Por otra parte se puede analizar que la rotación del globo terrestre genera vientos que se alojan en el sur este que recorren al continente de América con dirección de este a oeste la gran masa de vapor cálido por la selva amazónica.

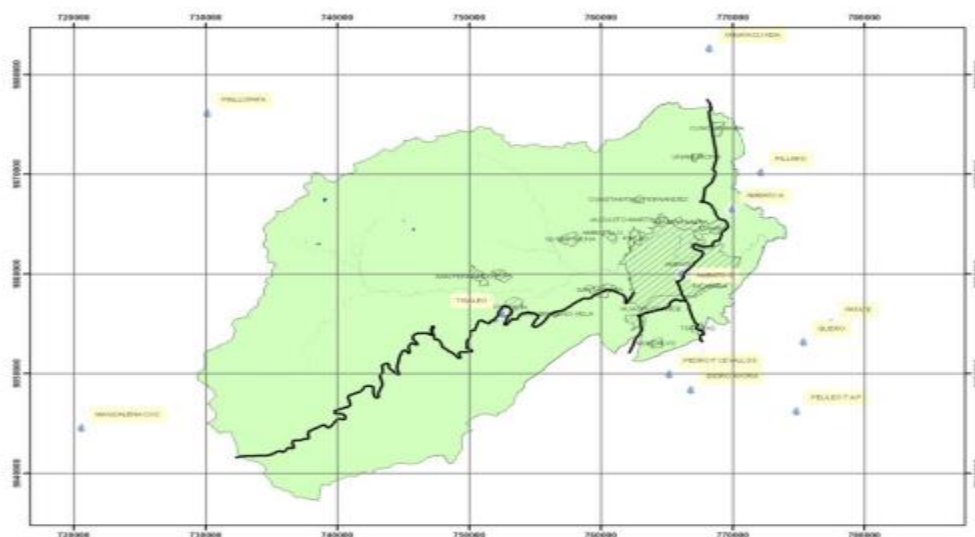
En la provincia de Tungurahua la cordillera oriental es baja y contiene nubes de agua que recorren desde la Amazonía que nacen bajo las recurrentes lluvias. Estas precipitaciones cuando chocan el frío con la humedad un especie de golfo climático asemejándose a las hoyas

interandinas. Las cuencas del Río Cutuchi y Ambato llegan hasta el caudal del Río Patate en el cual forman la cuenca del Río Pastaza mismos que desenlazan en el Océano Atlántico.

El cantón Ambato, tiene una escasa red meteorológica esto no ayuda a definir las características del clima. La altitud y características orográficas interactúan con el clima, es cuando se desarrolla la altitud, disminuye la presión atmosférica, se eleva la radiación solar y disminuye la temperatura del aire. En la ciudad de Ambato se encuentra registros meteorológicos basados en la información que se genera en la red de estaciones meteorológicas que se registran en el cantón Ambato, como se registra en el siguiente cuadro.

Figura 9

Localización de estaciones meteorológicas para el análisis climatológico

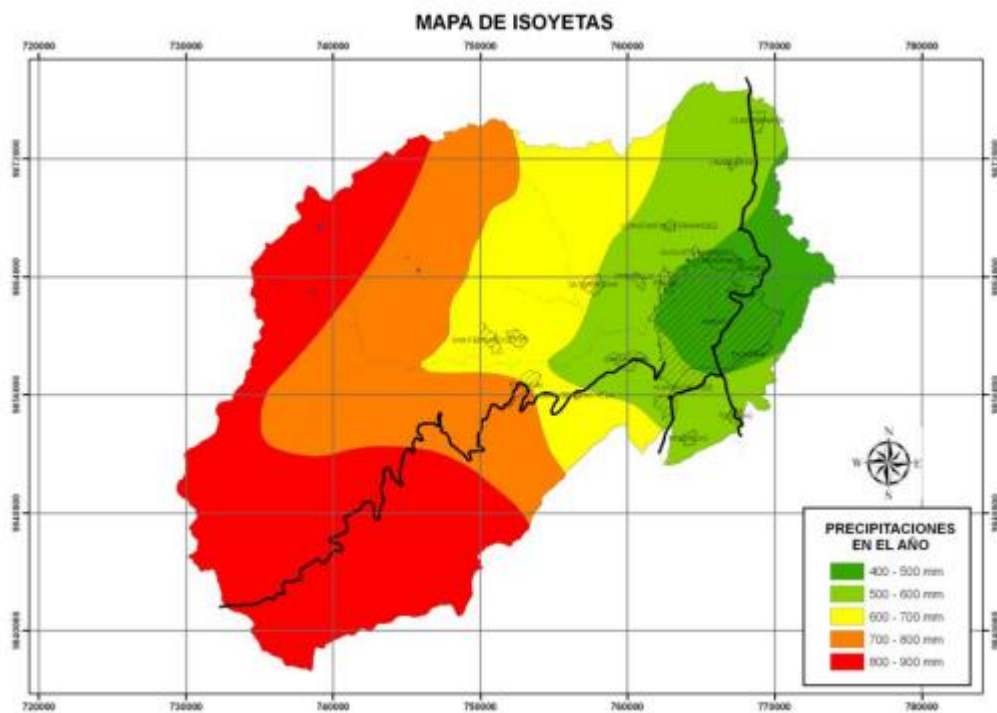


Fuente: Información cartográfica digital INAMHI 2021

Nota: En Ambato, coexisten 2 estaciones meteorológicas, la Granja que se ubica en Ambato y es una estación que se dedica a investigar el clima y la estación ubicada en Tisaleo la cual es Pluviométrica y analiza la precipitación en meses más lluviosos de abril y mayo, también los más secos de agosto y septiembre. Las cuales tienen 3 estaciones climatológicas normales y 5 estaciones pluviométricas, los cálculos y análisis de los datos registrados en la estación meteorológica funcionan desde el año 1905 a la fecha, mismos que facilitan resúmenes mensuales y anuales del comportamiento del clima en la zona.

Figura 10

Mapa de precipitaciones



Fuente: Información cartográfica digital MAGAP 2021

Nota: Como se puede observar en el gráfico la precipitación anual del área en la parte más baja, corresponde a los 400 mm; en la zona media pertenece de 600 a 700 mm, en la zona más alta la precipitación al transcurso del año va cambiando de los 800 a 900 mm.

Las inundaciones son los efectos negativos de la naturaleza que producen mayor riesgo por desbordamiento de ríos en las zonas más bajas por la lluvia en las cuencas altas de los ríos, que se manifiestan mediante corrientes de agua que son mayores a la capacidad de prevención y evacuación del agua por el cauce natural del río.

Figura 11

Peligro de inundación por lluvia y desbordamiento de ríos



Fuente: Información cartográfica digital INAMHI 2021

Nota: Las inundaciones por desbordamiento en los ríos son causados frecuentemente por la lluvia en los valles y glaciares identificados con planicies mismos que son cubiertos por agua; en el caso de la cordillera occidental del volcán Chimborazo se forman pantanos de agua. Las temporadas más comunes en los que se generan inundaciones son abril y mayo en donde en la provincia de Tungurahua tiene un nivel bajo de probabilidad para inundaciones en registros históricos de lo que va del año 1988 y 2010.

a) Modelamiento hidrológico por el método Racional

Para la aplicación del modelo matemático es necesario indentificar los datos del río Ambato que envisten las zonas de Pasa y Quillan, que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 8*Datos de partidas del río Ambato*

Área (ha)	Área (km ²)	Longitud (m)	Cota Mayor (m.s.n.m)	Cota Menor (m.s.n.m)	Pendiente media (m)
46,5	0.465	2660	4005	2200	0,10777521

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022**a) Cálculo de intensidad máximo (I)**

Para el cálculo máximo de intensidad que se identifica con la letra (I) se emplean datos para las ecuaciones que se toma de la estación pluviométrica de Ambato

$$ITr = 642.11 * tc^{-0.8898} * IdTr$$

Donde se interpreta las siglas de la siguiente manera:

ITR: Intensidad de precipitación (mm/h)

Tc: Duración de la lluvia (minutos)

Tr: Período de retorno (años)

IdTR: Valor de las intensidades máxima diarias (mm/h)

Para un período de retorno dado valores principales son los siguientes:

Tabla 9*Intensidades de máxima diarias (24 horas) del río Ambato*

ZONA	TR (años)	IdTR (mm/h)
Estación	50	8,83
Meteorológica		4,07

Fuente: INAMHI (1999)**Elaborado por:** Valverde, Ricardo 2022

b) Fórmula empírica de kirpich (Tc)

Para tomar datos del tiempo de concentración del río Ambato se aplica la fórmula de Kirpich para conocer el tiempo de concentración que se detalla a continuación:

$$Tc = 0,02 * L^{0,77} * S^{-0,385}$$

$$Tc = 0,7986 * L^{0,77} * S^{-0,385}$$

$$Tc = 0,7986 * 2260^{0,77} * 0,10^{-0,385}$$

$$Tc = 16,80 \text{ minutos}$$

Donde:

L: longitud máxima del río (en metros).

S: Pendiente del cauce o H/L (m/m) que representa H es la diferencia de elevación entre el punto más elevado y el punto de interés.

Donde:

$$S = \frac{H. \text{max.} - H. \text{min.}}{L}$$

$$S = \frac{4005 - 2200}{2260} = 0,10 \text{ m/m}$$

c) Cálculo de intensidad de precipitación (ITR)

Se calcula de igualmenra el tiempo de precipitación en mm/hora.

Tabla 10

Determinación de la intensidad de precipitación ITR

Cuenca del Río Ambato			
TR	Tc	Id TR	ITR
TR 50 AÑOS	16,80	8,83	148,34

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Cálculo de coeficiente de escorrentía (C)

Corresponde al total del agua por lluvias precipitada como nieve, granizo o lluvia, depende de la cantidad, tiempo y su intensidad, también de la humedad del suelo, el tipo de terreno y el área de cobertura vegetal; esto varía de acuerdo al tiempo puede ser días, meses e incluso años de acuerdo la lluvia que se de en la zona.

Tabla 11

Coeficiente de escorrentía para el método racional

Características de la superficie bosques	período de retorno años				
	5	10	25	50	100
Plano 0-2%	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39
Promedio 2-7%	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47
Pendiente superior a 7%	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52

Fuente: estándares usados en la ciudad de Austin, Texas.

Grupo de suelo

Es un dato que aparece tabulando en función del uso de la superficie (A, B, C o D, de más arenoso y permeables a más arcilloso e impermeable). Finalmente hay que modificar los días anteriores son notoriamente secos o muy húmedos. (Chimbo & Cáceres,2017)

Tabla 12

Características de los suelos

Grupo	Definición
A	El agua se infiltra rápidamente, aun cuando estén muy húmedos son rofundos y de texturas gruesas.
B	Cuando están húmedos tiene una capacidad de infiltración moderada. La profundidad de suelo es de media a profunda, y su textura franco – arenosa.
C	Cuando están muy húmedos la infiltración es lenta. El fondo es inferior a la media y su estructura es franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa, limosa o arcillo-arenosa.
D	La humedad no permite que la infiltración es sea rápida. Tienen arcilla en la superficie o próximos son poco drenados.

Fuente: (Chimbo & Cáceres,2017)**Elaborado por:** Valverde, Ricardo 2022

Figura 12

Clasificación de grupos de suelo para cálculos de precipitación para coeficiente de escorrentía.

				GRUPO DE SUELO				
ID				A	B	C	D	ID
1	Tierras cultivadas	con tratamiento de conservación		72	81	88	91	1
2		sin tratamiento de conservación		62	71	78	81	2
3	Pastizales	Condición pobre		68	79	86	89	3
4		Condición buena		39	61	74	80	4
5	Praderas			30	58	71	78	5
6	Bosques	Cubierta pobre		45	66	77	83	6
7		Cubierta buena		25	55	70	77	7
8	Espacios abiertos: con césped, parques, campos de golf,	Buena condición: cubierta de pastos sobre más del 75% del área.		39	61	74	80	8
9		Condición aceptable: cubierta de pastos sobre el 50 a 75% del área		49	69	79	84	9
10	Áreas comerciales y de tiendas (85% impermeable)			89	92	94	95	10
11	Zonas industriales (75% impermeable)			81	88	91	93	11
	Zonas residenciales	Tamaño medio de parcela	% medio imp					
12		500	65	77	85	90	92	12
13		1000	38	61	75	83	87	13
14		1350	30	57	72	81	86	14
15		2000	25	54	70	80	85	15
16	4000	20	51	68	79	84	16	
17	Tejados, parkings, superficies impermeables en general			98	98	98	98	17
18	Calles y carreteras	Pavimentadas, con bordillos y bocas de tormenta		98	98	98	98	18
19		De grava		76	85	89	91	19
20		De tierra		72	82	87	89	20

Fuente: Amenaza de inundación (Paucar, Ocampo, Acosta, Martínez, & Medina, 2014)

Nota: en la figura se detalla el tipo de suelo en cada zona observada en donde se categoriza en A, B, C y D.

Condición de Humedad

En esta fase del proyecto se pretende definir el uso del suelo mediante el software ArcGIS para conocer las condiciones en donde la población se encuentra habitando como se detalla:

Tabla 13

Criterios de condición de humedad para cuencas hidrográficas

Humedad Previa	Plantas en período latente	Plantas en período de crecimiento
I (seco)	menos de 13 mm	menos de 35 mm
II (normal)	de 13 a 32 mm	de 35 a 52 mm
III (húmedo)	Más de 32 mm	Más de 52 mm

Fuente: Amenaza de inundación para la ciudad de Guaranda (Paucar Camacho, Ocampo Acosta, Martínez & Medina, 2014)

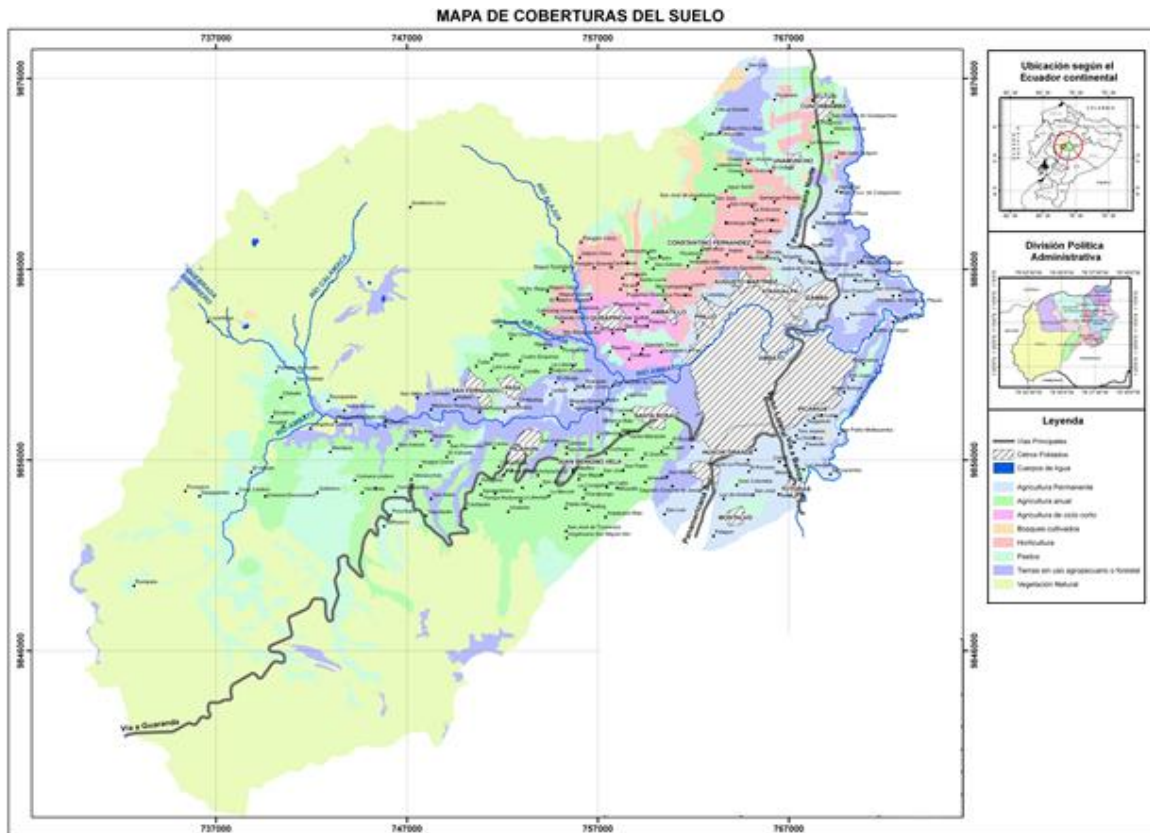
Elaborado por: Valverde, Ricardo2022

Uso de suelo de la cuenca del río Ambato

Mediante este proceso se observa diferentes empleos y uso de suelo en el área de estudio que permite conseguir la curva CN y refleja resultados como lo son el coeficiente de la escorrentía.

Figura 13

Mapa uso de suelo de la cuenca del río Ambato



Fuente: Uso de suelo extraído del Global Mapper

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Nota: en el mapa se puede observar las parcelas que se encuentran ubicadas al borde del Río Ambato tomada desde la información del MAGAP.

Cálculo de las pérdidas de precipitación

El método de SCS se enfoca en relación a la función de la superficie de las cuencas, para esto se identifica el número de curvas CN, en donde de 0 a 100 representa la permeabilidad es alta en relación a los valores cercanos a 100 del suelo.

Se calcula S (Retención Potencial Máxima) mediante la ecuación

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Una vez identificado el uso del suelo de la cuenca del Río Ambato y los tipo de suelos se define el número de curva de CN como se presenta a continuación:

Tabla 14

Cálculo de CN a partir de usos de suelo de cuenca del río Ambato

Uso de suelo	Valor de Grupo de suelo (1)	% Uso de suelo (2)	% en fracción de uso suelo (3)	CN (II) (1*3)
Cultivos	81	0,00	0,000	0,001
Vegetación	89	0,796	0,008	0,708
Población	92	0,203	0,002	0,187
Total		100,00	0,01	0,896

Fuente: Caudales del método racional

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Para las condiciones de humedad el CN se calcula de la siguiente manera:

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(II)}$$

Qa

$$CN(III) = \frac{23(0,896)}{10 + 0,13(0,896)} = 2,270$$

Para la retención máxima se emplea el siguiente cálculo: 10,93

$$S = \frac{25400}{2,270} - 254 = 10,93$$

La lluvia que se va acumulando en el suelo se analiza mediante el coeficiente de escorrentía identificado como C mediante la ecuación que se detalla:

$$C = \frac{Pe}{P}$$

Dónde:

Pe = Escorrentía directa acumulada (mm).

P = representa la precipitación total (mm).

$$P = Pe + Fa + Ia$$

Para identificar la precipitación en relación a los tiempos de retorno se establece mediante la siguiente fórmula:

$$P = I_{Tr} \times t_c$$

Tabla 15

Cálculo de precipitación total para la cuenca del Río Ambato

Tr	I_{Tr} (mm/h)	t_c (horas)	P (mm)
50 años	148,34	16,80	2492,112

Fuente: Cálculo de caudales mediante el método racional

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Para el cálculo de la escorrentía directa acumulada Pe y del coeficiente de escorrentía (C) se utilizó la siguiente fórmula:

$$Pe = \frac{(P - 0,2x)^2}{P + 0,8xS}$$

$$C = \frac{Pe}{P}$$

Se presenta el cuadro de resumen con los valores para el coeficiente de escorrentía (C) con los tiempos de retorno.

Tabla 16

Tabla Resumen de cálculos para el coeficiente de escorrentía (C)

Tr	I_{Tr}	t_c	P	S	Pe	C
50 años	148,34	16,80	2492,112	10,93	5532,37	1,00

Fuente: Cálculo de caudales mediante el método racional

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Determinar del coeficiente de ajuste (K)

Para determinar el coeficiente de ajuste (K) se realiza la tormenta de diseño que se obtiene a partir de un registro de lluvia uniforme en tiempo y espacio de acuerdo a la intensidad de la curva de IDF que se desarrolla con la siguiente fórmula:

$$K = K_A \times K_u$$

KA: representa el Coeficiente de reducción a real (adimensional) ≤ 1

En cuenca del río Ambato es =1 y se aplica la siguiente relación:

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15}$$

$$K_A = 1,0093$$

Para la zona de estudio de la escorrentía dentro del intervalo de Tc (horas) se aplica la siguiente fórmula:

$$K_u = 1 + \frac{tc^{1,25}}{tc^{1,25} + 14}$$

$$K_u = 1 + \frac{16,80^{1,25}}{16,80^{1,25} + 14} = \frac{21,800707}{35,800707} = 1,6089$$

Entonces el cálculo del ajuste K se obtiene a través de la siguiente fórmula:

Área del Río Ambato (A)= 0,465 km²

Tiempo de concentración (Tc) =16,80 horas

$$K = K_A \times K_u$$

$$K = 1,00939314 * 1,60894627$$

$$K = 1,62$$

Tabla 17

Cálculo Coeficiente de Ajuste (K).

Cuenca	K _A	K _u	K
Río Ambato	1,0093	1,6089	1,62

Fuente: Caudal método racional

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Cálculo final del caudal máximo por el Método Racional

Se realiza a través del cálculo matemático para identificar la descarga de una cuenca hidrográfica que permite determinar el coeficiente de escorrentía y las curvas de intensidad o frecuencia para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$Q_{max} = \frac{I * C * K * A}{3}$$

En donde se identifica a:

Q_{max} (m³/s): Caudal máximo

C: Coeficiente de escorrentía

A (km²): Área total de la cuenca

I (mm/h): Intensidad

K: Coeficiente de Ajuste

$$Q_{max} = \frac{I * C * K * A}{3}$$

Para Tr 50 años

$$Q_{max} = \frac{8,83 * 1,00 * 1,62 * 0,465}{3} = 2,21$$

Tabla 18

Resumen de valores para el cálculo de caudales máximos río Ambato por el método racional.

TR (años)	I _{TR} (mm/h)	C	K	A (km ²)	Q _{máx} (m ³)	Probabilidad	%
50	8.83	1,000	1,62	0,465	2,21	0,02	2,00

Fuente: Caudal método racional

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Tabla 19

Caudales máximo para los períodos de retorno.

Período de Retorno (Tr)	Q _{máx} (m ³ /S)
Tr 50 años	2,21 (m ³ /S)

Fuente: Caudal método racional

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

b) Modelamiento hidráulico por el método Iber

Aplicación del SIG en el cálculo de caudales de avenidas e inundaciones con la herramienta de Iber.

El software Iber es una herramienta que permite identificar las zonas de inundación para el estudio, es decir para los caudales de cada período de retorno de 50 años con sus respectivos calados y velocidad. Mediante el modelo matemático racional en las zonas transversales del área en estudio, con el objetivo de tener un mejor manejo y facilidad para el modelamiento hidráulico.

Tabla 20

Cálculo de caudales con el método racional con dos períodos de retorno.

Caudal	Tr 50 años
Cuenca del río Ambato	2,21 (m ³ /s)

Fuente: Cálculos con el método racional

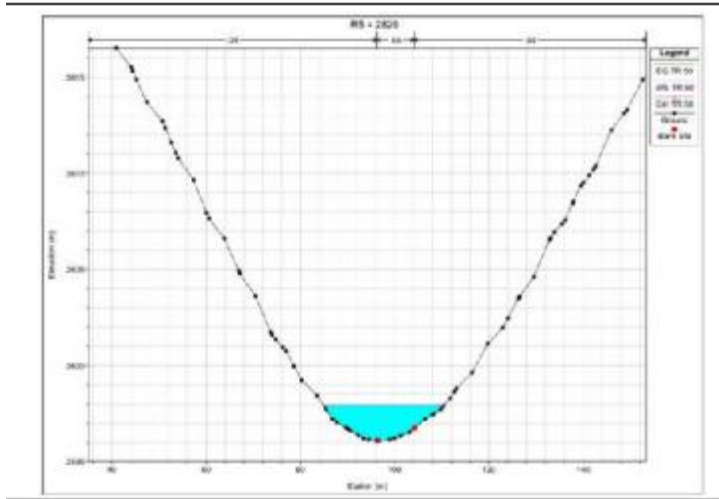
Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

a) Resultados del modelo hidráulico TR 50 años

Una vez se obtiene los datos del método racional, estos son ingresados en el software IBER 2.6 donde se obtiene los resultados para el modelamiento hidráulico donde se ubica el calado y la velocidad del río Ambato en el TR 50 años, que sirven para identificar los riesgos de las zonas de Pasa y Quillan que se encuentran en la rívera del río Ambato.

Figura 14

Calado TR 50 años.

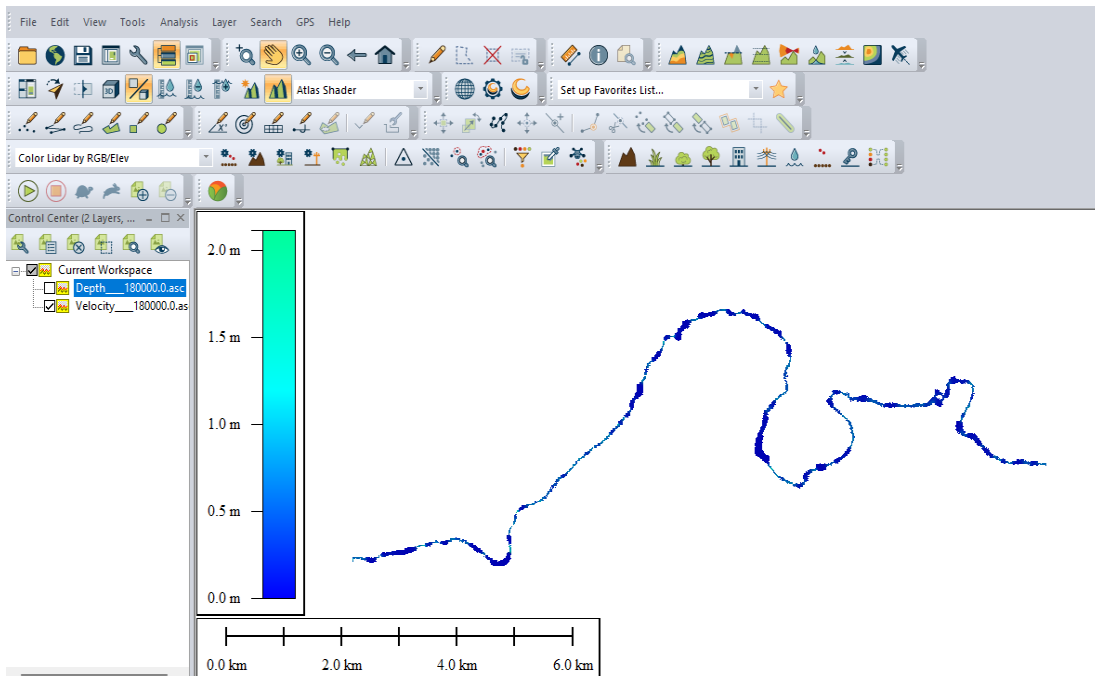


Fuente: Modelo extraído del Iber 2.6

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Figura 15

Velocidad de TR 50 años.



Fuente: Modelo extraído del Iber 2.6

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

c) Mapa de amenaza de inundación en la cuenca del río Ambato

Mediante los datos de resultados del caudal máximo que se encuentran en el modelamiento hidrológico del método racional del río Ambato, se identificó las superficies con mayor riesgo de inundación, se identifica los calados y velocidades para el tiempo de retorno de señalado de 50 años; para ser procesados en el software de ArcGIS e identificar las zonas y niveles de inundación que tentativamente pueden causar daños en las zonas de Pasa y Quillan ubicados en los bordes del río Ambato.

Calados: identifica la altura a la que puede llegar el nivel de agua y conocer cuantos metros puede crecer y alertar a habitantes del riesgo que esto implica en la zona de estudio.

Velocidad: la velocidad del agua se identifica mediante metros por segundo y se representa desde el punto más alto al más bajo para ser representados con el software Iber.

Zona de inundación TR 50 años

Con los resultados del modelamiento hidráulico para TR 50 años en calado, se puede identificar cuales son los niveles de amenaza para una inundación y el riesgo que representa para las personas, cultivos, animales, construcciones con el nivel alto de riesgo como se detalla a continuación:

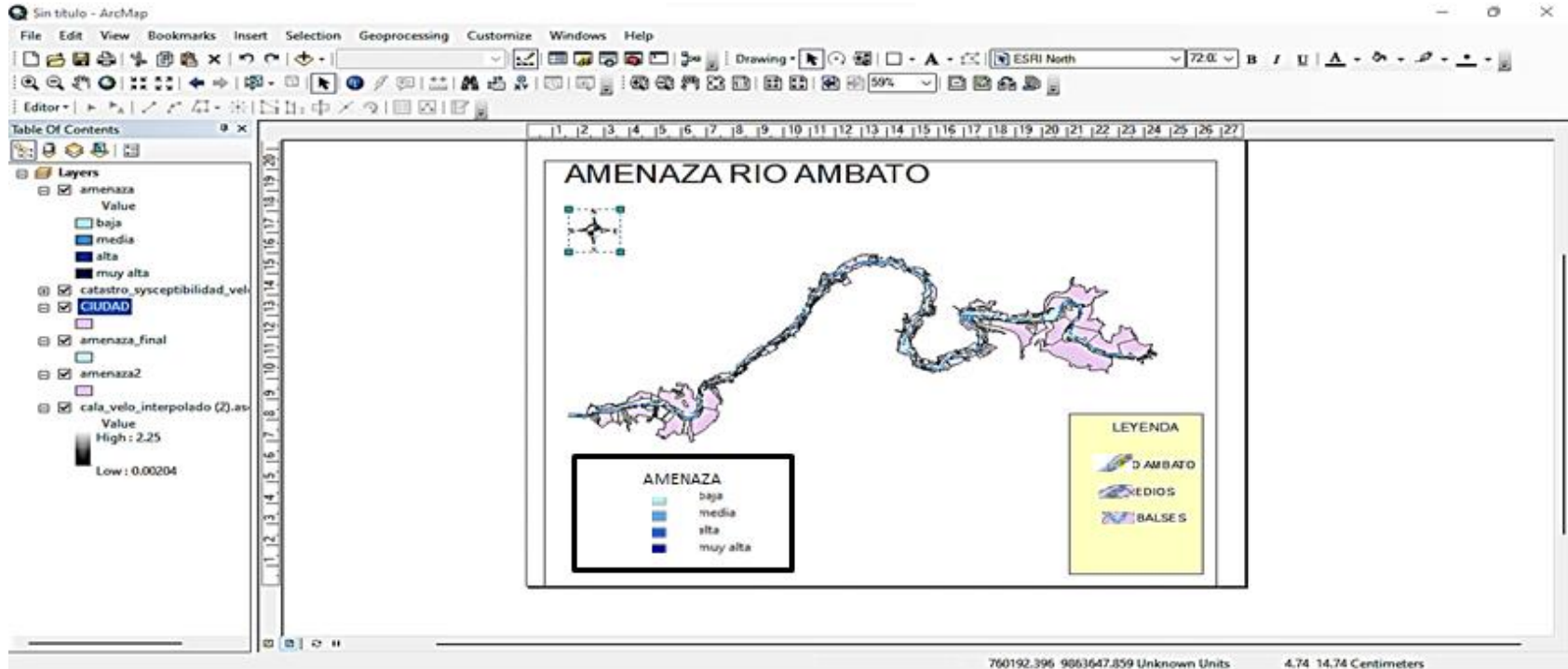
Tabla 21*Nivel de amenaza de inundación por niveles de calado para el TR de 50 años.*

Nivel de amenaza	Características	Habitantes	Porcentaje	Localización zonas de exposición
Bajo	<p>Calados (y) = < de 0,026 m, para el TR de 50 años, representa un bajo peligro</p> <p>Velocidad (v) = < 0,026 m/s TR 50 años</p>	5424	85	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cultivos de ciclo corto ➤ Centro de salud ➤ Escuelas ➤ UPC
Medio	<p>Calados (y) = 0,247 m TR 50 años representa un peligro medio</p> <p>Velocidad (v) = 0,247 m/s TR 50 años</p>	894	14	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Puentes ➤ Viviendas
Alto	<p>Calados (y) = \geq0,334 m TR de 50 años es de alto peligro</p> <p>Velocidad (v) = \geq 0.334 m/s TR 50 años</p>	64	1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Parque de la comunidad ➤ Casas parroquiales ➤ Capilla ➤ Centros recreacionales
Total		6382	100	

Elaborado por:: Valverde Ricardo 2022

Figura 16

Mapa de amenaza de inundación por niveles de calado para el TR de 50 años río Ambato.



Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Nota: Se identifica la multiplicación del calado por la velocidad, se categorizó en 4 rangos desde la inundación-erosión baja, media y alta. Luego esos valores fueron adaptados a cada polígono de las parcelas con lo que se logró espacializar y zonificar la vulnerabilidad de las parcelas. Los tres valores representan la máxima susceptibilidad, un valor promedio y un valor bajo.

Nivel de amenaza de inundación por niveles de velocidades para tiempo el TR 50 años del Río Ambato.

Mediante el modelamiento hidráulico diseñado para TR 50 años en velocidad, se puede conocer cuales son los niveles de amenaza de inundación y cual es el riesgo para los habitantes, cultivos, los animales de campo y otros elementos en donde el nivel alto%.

Tabla 22

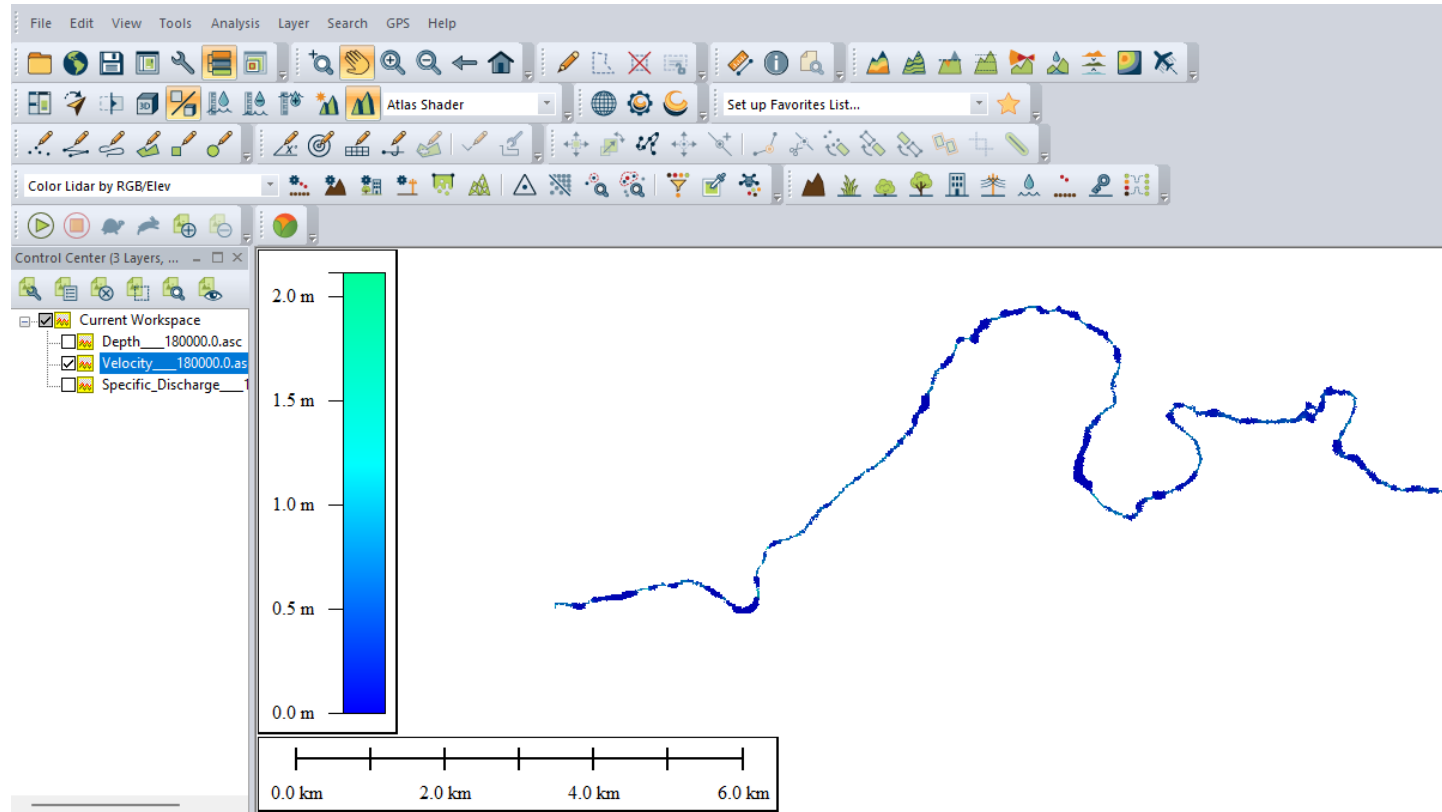
Nivel de amenaza de inundación por niveles de velocidades para tiempo el TR 50 años Río Ambato.

Nivel de amenaza	Características	Habitantes	Porcentaje	Localización
Bajo	Velocidades (v) = < 0,026 m ² /s para TR de 50	5424	85	Siembras a corto plazo Centro de salud Escuelas UPC
Medio	Velocidades (v) = 0,247 m ² /s para TR de 50 años	894	14	Viviendas
Alto	Velocidades (v) = ≥ 0,334 para el TR de 50 años en la cual representa un peligro alto para los habitantes	64	1	Puente Sistemas de alcantarillado Parques Iglesia
Total		6382	100	

Elaborado por: Valverde. Ricardo 2022

Figura 17

Mapa de susceptibilidad a inundación del Río Ambato, velocidad para el TR de 50 años.

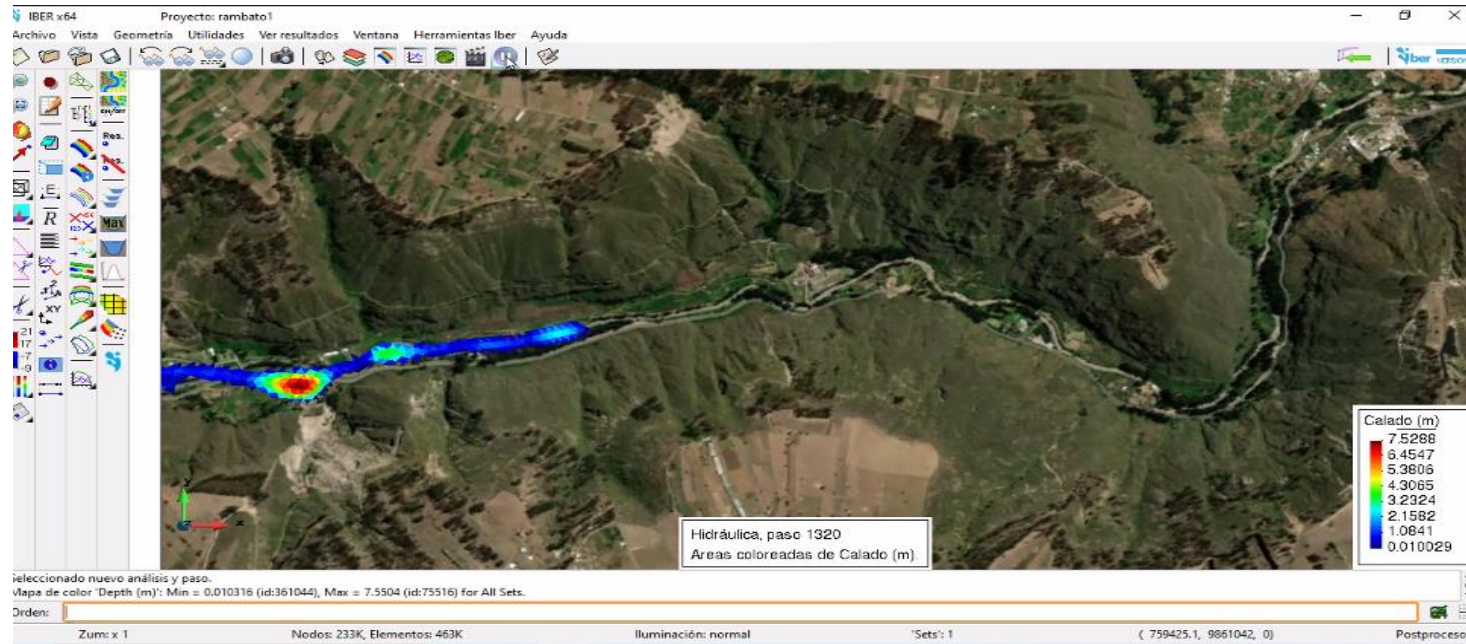


Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Nota: Como se puede demostrar en la figura en las zonas de estudio no existe amenaza de inundación, sin embargo se localiza al transcurso del análisis embalses en donde se queda el agua en la parte alta y debe romper para que fluya.

Figura 18

Mapa de susceptibilidad a inundación del río Ambato zona la Delicia



Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Nota: Los caudales analizados anteriormente no producen inundación tiene un nivel de fluides normal; sin embargo se identifica a una zona de embalse en donde el agua se estanca y debe romperse para que fluya el agua- No hay registro actualmente de inundación en La Delicia, pero existe estudios con un caudal de $16,02\text{m}^3$ que demuestran el argumento.

4.1.2 Resultado del objetivo 2: Evaluar los elementos expuestos en las zonas de inundación en el área de estudio

a) Cuestionario aplicado a los representantes de las familias pertenecientes a la zona de Pasa San Fernando y Quillan Playas

1. ¿Las familias de la comunidad se ha visto afectada con las inundaciones?

Tabla 23

Afectaciones de las inundaciones

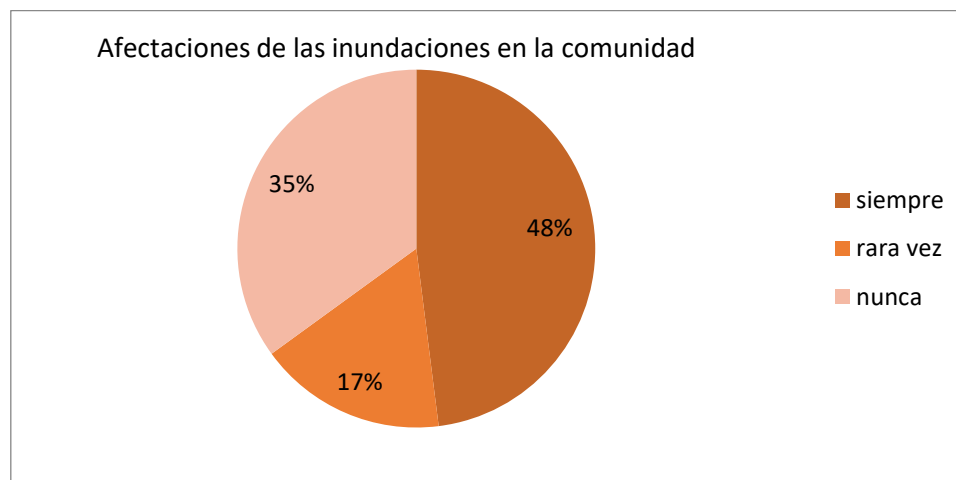
Detalles	Frecuencia	Porcentajes
Siempre	90	48%
Rara vez	31	17%
Nunca	66	35%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 1

Afectaciones de las inundaciones en su comunidad en los últimos años



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Se puede identificar en el levantamiento de información que los habitantes de las zonas de Pasa y Quillan Playas el 48% indica que las lluvias siempre ocasionan daños y afectaciones a la comunidad especialmente a las familias con daños económicos en propiedades e incluso con sus animales que son el sustento de sus hogares, el 17% indican que rara vez son afectados por la inundación y el 35% que no han sido afectados por la inundación, estas personas son las que están situadas en lugares de menos riesgo o alejados de las cuencas de los ríos de estas zonas.

2. ¿Su familia ha sido afectada alguna vez por las fuertes lluvias que provocan inundación?

Tabla 24

Familias afectadas

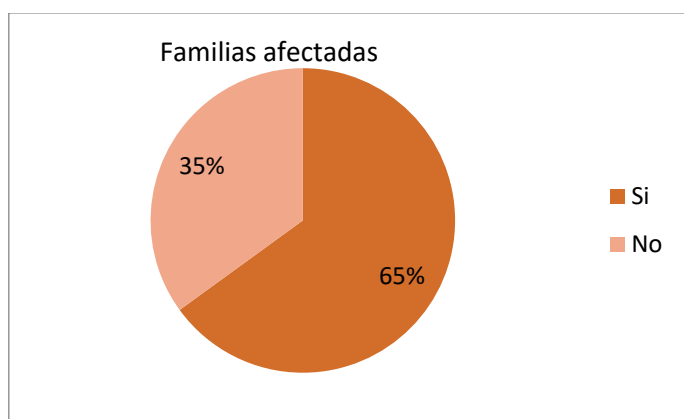
Detalles	Frecuencia	Porcentajes
Si	121	65%
No	66	35%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 2

Familias afectadas



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Según la información tomada de los datos tabulados de las encuestas aplicadas a los representantes de cada familia de la zonas de estudio se interpreta que el 65% han sido afectados directamente por las fuertes lluvias que provocan inundación ya que se encuentran cerca de zonas de peligro como riberas del río frente al 35% no han sido afectados por la inundación por diferentes motivos como la ubicación de sus viviendas en zonas más alejadas.

3. ¿Cuáles son los factores que usted piensa que influyen para que se lleve a cabo las inundaciones?

Tabla 25

Causas de inundación por lluvias

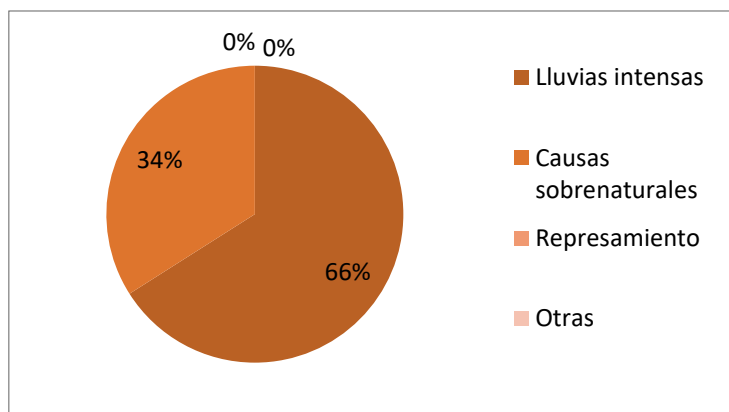
Detalles	Frecuencia	Porcentajes
Lluvias intensas	123	66%
Causas sobrenaturales	64	34%
Represamiento	0	0%
Otras	0	0%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 3

Causas de inundación



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

De acuerdo a los datos reflejados sobre las posibles causas que producen las inundaciones en estas zonas son mayormente por las fuertes lluvias en invierno con el 66% de

los habitantes, mientras que el 34% de las respuestas obtenidas consideran que son provocados por las causas sobrenaturales como desbordamientos y el fuerte caudal de las cuencas y los ríos.

4. ¿Dentro de los últimos 10 años cuántas veces se ha inundado en su vivienda?

Tabla 26

Inundado de su vivienda

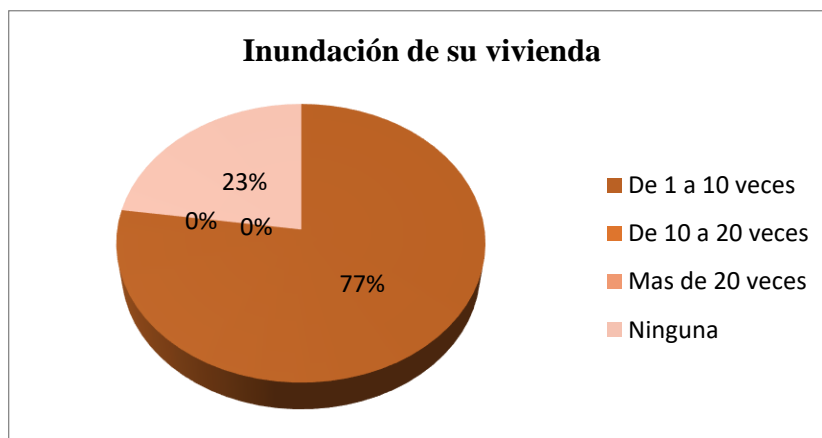
Detalles	Frecuencia	Porcentajes
De 1 a 10 veces	144	77%
De 10 a 20 veces	0	0%
Más de 20 veces	0	0%
Ninguna	43	23%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 4

Inundación de su vivienda



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Según los datos obtenidos aplicados en las encuestas se puede evidenciar que el 77% de los habitantes indican que de 1 a 10 se vieron afectados por desastres naturales sus viviendas en particularmente en las temporadas de invierno, mientras que 23% de los encuestados respondieron que no han sido perjudicados directamente por inundaciones por lluvia en sus propiedades.

5. ¿ Cuando hay inundaciones a qué cree usted que perjudica más ?

Tabla 27

Las inundaciones a qué perjudica más

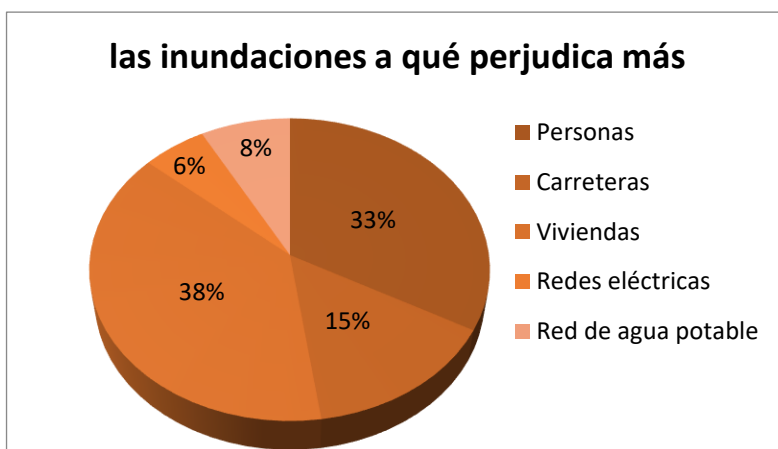
Detalles	Frecuencia	Porcentajes
Personas	62	33%
Carreteras	18	15%
Viviendas	72	39%
Redes eléctricas	12	6%
Red de agua potable	23	8%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 5

Las inundaciones a qué perjudica más



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

En los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas el 39% menciona que las viviendas son las más afectadas por estos desastres naturales, el 33% de los encuestados consideran que los habitantes sufren daños, el 15% consideran que las carreteras son afectadas ya que interrumpen el paso y esto influye también en la sobrevivencia y el turismo de estas zonas, el 8% de los habitantes mencionan que la red de agua potable son afectados por la inundación cuando las represas y contenedores de agua se contaminan por flujos y residuos que dejan las fuertes lluvias y el 6% consideran que las redes eléctricas sufren afectaciones por la amenaza de inundación, los truenos y diferentes factores.

6. ¿Considera usted que, se debe tener un plan de contingencia y evacuación para los moradores de la zona cuando existe este desastre natural?

Tabla 28

Plan de contingencia para inundaciones

Detalles	Frecuencia	Porcentajes
Si	175	94%
No	12	6%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 6

Plan de contingencia para inundaciones



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

De las encuestas realizadas los datos reflejan que en la zona de Pasa San Fernando y Quillan el 94% de los habitantes consideran importante obtener un plan para eventos naturales como son las inundaciones en donde se detalle que acciones tomar, cual es el punto más seguro de estas zonas, a que persona acudir en casos de emergencia entre otros factores que son necesarios cuando sucede las inundaciones y las familias deben evacuar mientras que el 6% de los habitantes no considera necesario evacuar por diferentes razones una de las principales es que no toman como opción dejar solas sus propiedades o miedo a perder todo lo que lograron con su esfuerzo y trabajo.

7. ¿Le gustaría recibir charlas sobre que hacer en caso de inundaciones?

Tabla 29

Recibir capacitaciones

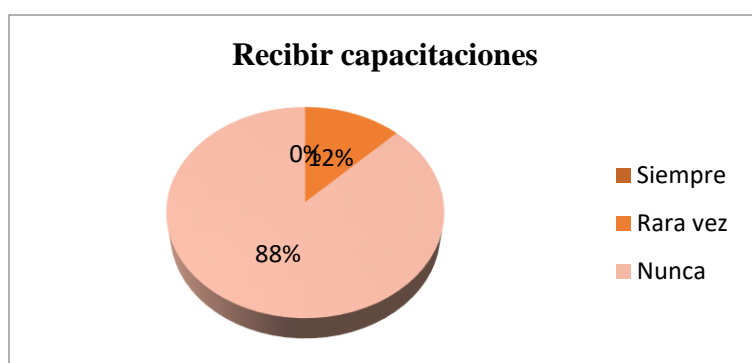
Detalles	Frecuencia	Porcentajes
Siempre	0	0%
Rara vez	22	13%
Nunca	165	88%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 7

Recibir capacitaciones



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Dentro de esta pregunta empleada en el cuestionario sobre si le gustaría recibir capacitaciones de las encuestas aplicadas el 88% de los habitantes les gustaría recibir información sobre que hacer, adonde acudir, cuales son los puntos más seguros , mientras que el 13% de los habitantes no les gustaría recibir charlas y capacitaciones sobre la inundación en estas zonas.

8. ¿A qué autoridad acude en caso de inundación o desastre natural?

Tabla 30

A qué autoridad acude

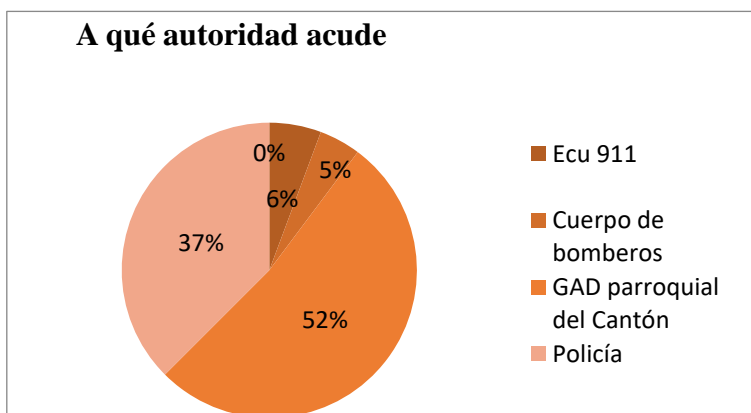
Detalles	Frecuencia	Porcentajes
Ecu 911	11	6%
Cuerpo de bomberos	8	5%
GAD parroquial del Cantón	97	52%
Policía	71	38%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 8

A qué autoridad acude



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Según los datos proporcionados los habitantes encuestados, el 38% de los habitantes acuden a la policía nacional ya que están más al alcance y pueden llegar a estos lugares desde

los centros más cercanos y pueden solicitar refuerzos a las autoridades correspondientes, el 52% de los encuestados solicitan ayuda a las autoridades del GAD parroquial del cantón para que sean quienes piden soporte a las autoridades pertinentes, el 6% realizan llamadas al Ecu 911 y el 5% de los pide ayuda al cuerpo de bomberos del cantón ya que están especializados en rescate y saben solventar este tipo de desastres naturales.

9. ¿Las autoridades y establecimientos gubernamentales gestionan programas de ayuda y rescate cuando existe catastrofes naturales?

Tabla 31

Programas de ayuda y rescate

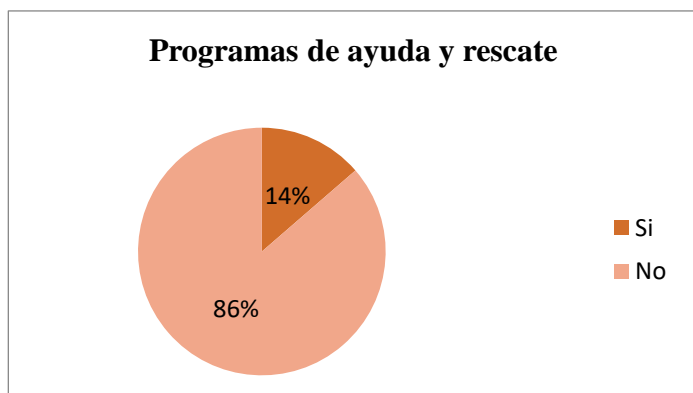
Detalles	Frecuencia	Porcentajes
Si	27	14%
No	160	86%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 9

Programas de ayuda y rescate



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

De las encuestas aplicadas los datos reflejan que el 86% que no se recibe la ayuda oportuna por partes de las autoridades hay un evento provocado por las fuertes lluvias en

muchos de los casos la solución inmediata es formar grupos de mingas entre los moradores de la zona y limpiar los escombros para no obstruir el paso, mientras que el 14% de los habitantes piensan que si se recibe el ayuda aunque en muchos de los casos no es al transcurso de la inundación si no que la ayuda llega tarde debido a la localización de estas zonas.

10. ¿La comunidad cuenta con algún plan de acción para eventos naturales como las inundaciones?

Tabla 32

Plan de acción de la comunidad

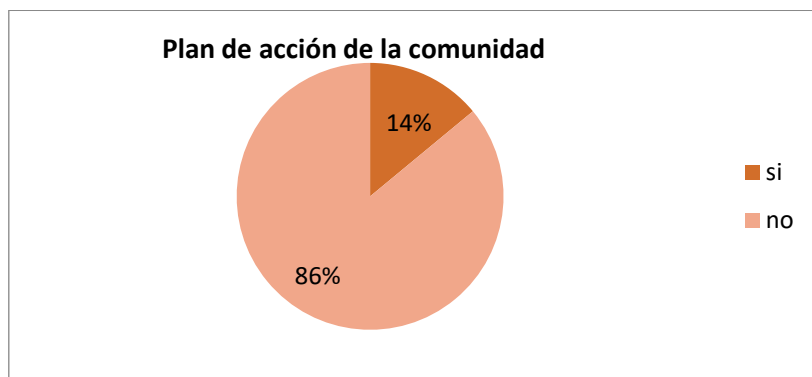
Detalles	Frecuencia	Porcentajes
Si	27	14%
No	160	86%
Total	187	100%

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 10

Plan de acción de la comunidad



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

De los datos tomados a través de las encuestas realizadas a los representantes de familia en la zona de Pasa San Fernando y Quillan Playas de la provincia de Tungurahua el 14% indica que si existe un plan de acción dentro de las comunidades en donde se realiza

mingas de limpieza de los escombros y residuos que se quedan en los ríos y quebradas de estos lugares con la finalidad de prevenir inundaciones, mientras que el 86% de los encuestados indican que la zonas mencionadas no cuentan con algún plan y que cuando sucede las inundaciones simplemente las personas optan y ayudar a las comunidades dan apoyo entre las personas con recursos propios.

b) Entrevista

Entrevistado: Ing. Hector Cobo

Cargo: Jefe de la Unidad de Gestión de Riesgos de emergencias de la ciudad de Ambato

Tabla 33

Entrevista

Preguntas	Respuestas
Actualmente existe medidas de prevención y reducción de riesgos y ante la amenaza de inundaciones para las Zonas de Pasa San Fernando y Quillan Playas	Con respecto a su pregunta, nosotros como Unidad de Riesgos de la ciudad tratamos de diseñar y actualizar matrices en donde se gestiona la prevención de catástrofes naturales como inundaciones para los sectores altos y bajos de la provincia. Sin embargo, son varios lugares en los que no se acogen a los lineamientos especificados en donde se establece escenarios de riesgo y planes de contingencia dando prioridad a las zonas de susceptibilidad.
Cuál es el factor principal por el cual se viene presentando este tipo de eventos en los sectores de Pasa San Fernando y Quillan Playas	Existen varios factores uno de los más importantes es el problema de la creciente del río Ambato que se presenta desde el año de 1998 hasta la actualidad debido a que el cauce del río esta relleno con material pétreo que arrastra y produce desbordamientos del río por la zonas externas de los sectores mencionados provocando destrucción de cultivos y bienes materiales, como también la pérdida de animales que son el sustento de los habitantes del lugar.

Usted piensa que es importante capacitar a las personas de las zonas mencionadas con medidas de autoprotección

Efectivamente, es necesario ya que en la provincia la ciudad de Ambato es la más afectada por las fuertes lluvias en donde los últimos tiempos se registró cinco aluviones a pesar de esto se procura estar alerta sobre todo en la época invernal por lo cual se está gestionando 35 planes de contingencia para diferentes eventos en donde se presente concentraciones masivas sobre todo en los sectores más afectados; también se trata de gestionar asistencia humanitaria para diferentes eventos imprevistos o desastres naturales, una vez aprobados se pretende distribuir a su respectiva zona para que agentes especializados puedan capacitar a las personas con medidas de autoprotección de ante, durante y después de las etapas invernales.

Existe medidas estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo en la población con respecto a las inundaciones en las zonas de Pasa San Fernando y Quillan Playas

De manera general puedo indicar que las medidas en el medio natural es decir las medidas estructurales, como la construcción de canalización de un río para la población y medidas no estructurales, como la población en zonas de amenaza. También la planificación para la construcción de infraestructura hidráulica que se trata de construir estructuras para almacenar los caudales dentro de los límites fuera de peligro en la población, las obras hidráulicas se destacan en la construcción muros de contención, la desviación fluvial y la construcción de presas artificiales cabe mencionar que esto no proporciona una protección absoluta y eso hay que tenerlo en cuenta a la hora de planificar el territorio

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

4.2.2. Elementos expuestos la zona Pasa y Quillan Playas

4.2.2.1. Análisis de infraestructura ante inundación del río Ambato en zonas de Pasa y Quillan Playas.

De acuerdo a los resultados del mapa de susceptibilidad ante inundaciones se expone la infraestructura en relación al centro y poblados como escuelas, centros de salud y UPC mediante la recopilación de información mediante GPS. El análisis sobre las zonas pobladas del río Ambato se encuentran identificados con la vulnerabilidad: alto (17%), medio (2%), bajo (26%), sin susceptibilidad (55%).

Tabla 34

Infraestructura ante inundación del río Ambato

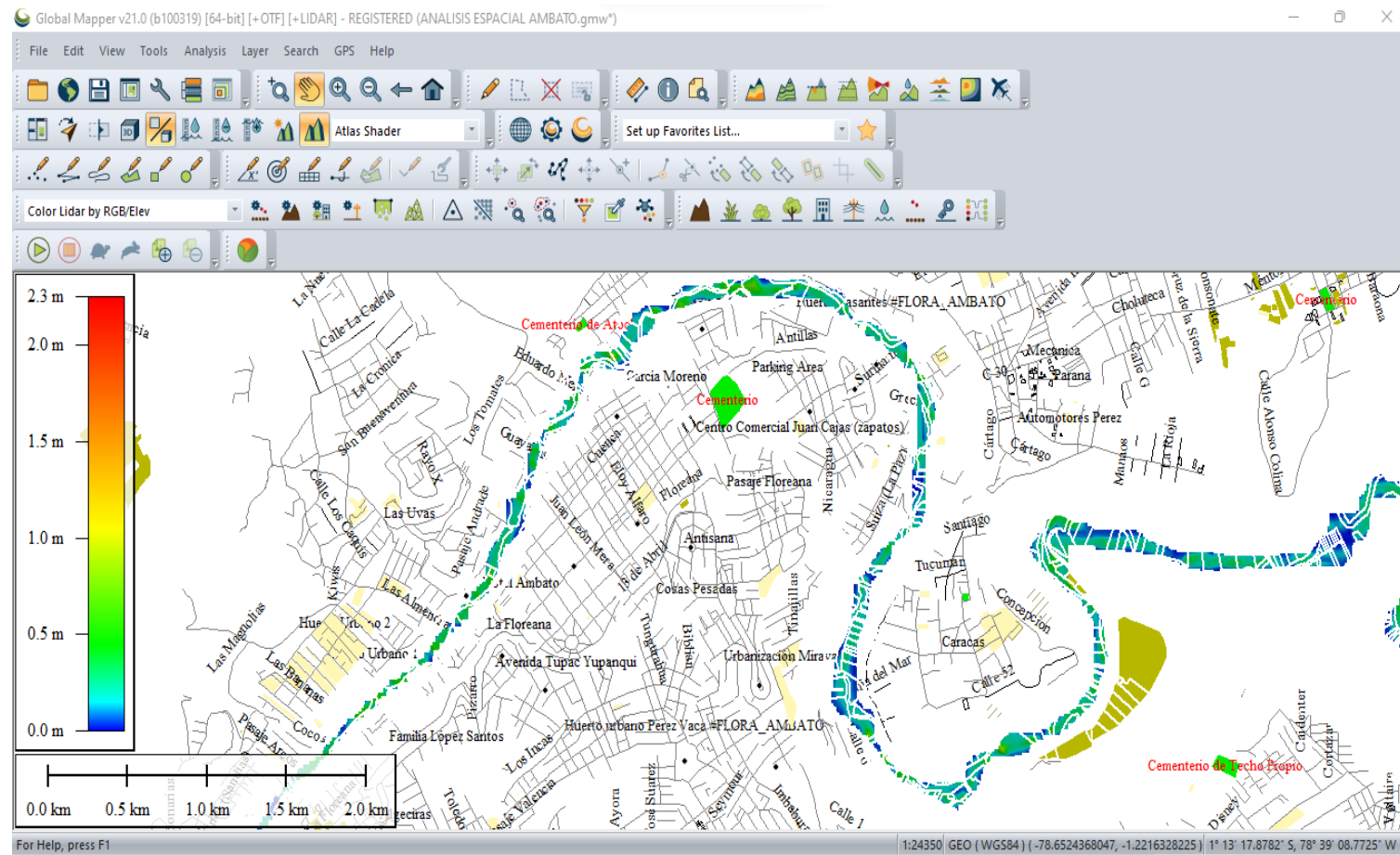
Vulnerabilidad	Edificaciones	%
Nivel Bajo	48	26%
Nivel Medio	5	2%
Nivel Alto	32	17%
Sin susceptibilidad	102	55%
Total	187	100%

Fuente: Encuesta representantes de familia en la zona Pasa y Quillan Playas

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 11

Mapa de exposición de infraestructuras ante inundación del río Ambato



Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

4.2.2.2. Exposición de infraestructuras esenciales a la amenaza de inundación del TR 50 años.

Mediante los elementos expuestos sobre la infraestructura de acuerdo a los resultados obtenidos, parques, los puentes que se encuentran al trayecto de la vía a Pasa se encuentra en un nivel de vulnerabilidad alto mientras que el UPC, centro de salud, centros educativos, se encuentra en una zona sin susceptibilidad.

Tabla 35

Exposición de infraestructuras esenciales a la amenaza de inundación.

Vulnerabilidad	Número de UPC	%	Número de centros de salud	%	Número de escuelas	%	Iglesia	%	Parque	%	Puentes	%
Nivel												
Bajo	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	0%	0	0
Nivel												
Medio	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	0	0	0
Nivel												
Alto	0	0	0	0	0	0	0	0%	3	100%	0	0%
Sin												
susceptibilidad	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	31	100%
Total												
	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	3	100%	3	100%

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

4.2.2.3. Exposición de la infraestructura de red vial a la amenaza de inundación del TR 50 años

Exposición de infraestructura red vial a la amenaza de inundación

La infraestructura que esta en riesgo a inundación en Quillan Playas, fue elaborado en función al mapa de amenaza a inundaciones.

Tabla 36

Infraestructura de red vial expuesta a inundación del Río Ambato

Vulnerabilidad	Área en m2	Área en Km	%
Nivel Bajo	457,11	0,457116	22%
Nivel Medio	21,587	0,021587	1%
Nivel Alto	316,4	0,316459	15%
Sin amenaza	1249,5	1,249537	61%
Total	2044,597	2,044699	100%

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

4.1.3 Resultado del objetivo 3: Elaborar un sistema de defensa frente a las inundaciones en el cantón Ambato.

Para este objetivo se determina un plan de acción mediante el detalle de estrategias en las cuales se puede reducir la amenaza en lugares vulnerables, para esto se debe establecer actividades que permitan sobrellevar los desastres naturales con resultados eficientes y enfrentar los cambios climáticos preparados para evitar desastres.

Para esto se desarrolla una matriz en donde se analiza la amenaza, las medidas estructurales y los posibles responsables del mismo;

Tabla 37

Estrategias Estructurales

Zona de amenaza	Estrategias medidas estructurales	Responsable y colaboradores
Pasa Fernando - Quillan Playas	San Regenerar y mantener las condiciones naturales de las vertientes en el área de Pasa y Quillan Playas : Realizar una minga de limpieza de las riberas del río Ambato que pasan por estas zonas despejando los escombros y desechos que genera la población oriunda de estas zonas para prevenir la obstrucción de la corriente, principalmente en época de invierno Construir muros de contención en las zonas más caudales del río para la correcta conducción del río y así evitar la erosión del suelo. Colocar letreros y señalización con insentivos para la conservación de las vertientes, y letreros que manifiesten la prohibición de contaminación o arrojar basura.	Los directivos y autoridades de las parroquias de Pasa y Quillan Playas . GAD CANTONAL Gobierno provincial de Tungurahua Ilustre Municipio del Cantón Ambato Moradores de las zonas

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

También es necesario identificar las estrategias no estructurales las cuales no son necesario de una construcción física pero son útiles para reducir el riesgo a través de medidas de protección, políticas, leyes que son creados y aprobados por instituciones gubernamentales como se detallan en la siguiente tabla :

Tabla 38

Estrategias no Estructurales

Zona de amenaza	Medidas no estructurales	Descripción del área de amenaza	Responsables y colaboradores
Pasa San Fernando Quillan Playas	Capacitación	Organizar una charla dirigida a las autoridades y moradores de estas parroquias con la finalidad de dar a conocer el sistema estructural para después realizar un seguimiento técnico y verificar las normas de construcción (NEC-2015). Se debe indicar las razones del fenómeno y las alternativas de solución de ante, durante y después.	GAD cantonal
	Ordenamiento territorial	Establecer zonas de asentamiento humano para prevenir riesgos adversos, con la construcción de viviendas cercanas a pendientes, quebradas y riberas.	Unidad de gestión de riesgo
	Identificar zonas de amenaza	Elaborar esquema de mapas en lo cual se identifique las zonas de riesgo de inundaciones, también proponer las posibles zonas de evacuación y zonas de concentración.	
	Reforestación de las	Reforestar las riberas del río con especies	GAD Cantonal y

rivieras del río endémicas de la zona con la finalidad de la directiva del Ambato en las zonas mejorar la absorción de agua lluvia a través recinto de Pasa Y Quillan de la vegetación con la disminución de la erosión del suelo; reduciendo el desbordamiento de los caudales.

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

4.2 Comprobación de hipótesis o ideas a defender

La investigación requiere de la verificación de hipótesis mediante la herramienta estadístico del Chi-cuadrado, en donde la muestra de la población corresponde a 187 casos, para verificar la viabilidad del proyecto a través de la comprobación de la hipótesis.

Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis alternativa

H₁= el análisis de la exposición ante inundaciones en la zona alta del sector de Pasa san Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan playas del cantón Ambato permite reducir el impacto de amenaza

Hipótesis nula

- 3 **H₀**= el análisis de la exposición ante inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan playas del cantón Ambato no permite reducir el impacto de amenaza

Modelo matemático

$$H_1 = O \neq E \rightarrow O - E \neq O$$

$$H_0 = O = E \rightarrow O - E = O$$

Nivel de significancia y grado de libertad

$$a = 0,05$$

$$gl = (nc - 1) (nf - 1)$$

$$gl = (5 - 1) (2 - 1)$$

$$gl = (4) (1)$$

$$gl = 4 \rightarrow X^2t = 9,4877$$

Simbología

a = Margen de error

gl = grados de libertad

nf = número de filas

nc = número de columnas

X^2t = Chi cuadrado tabulado

Mediante la Tabla de percentiles de distribución de Chi- cuadrado se deriva el valor de $X^2t = 2,7764$ por los grados de libertad que es $gl = 4$ y el nivel de confianza que es $X^2 = 0,05$

Gráfico 12

Distribución Chi cuadrado

g.l.	$\chi^2_{0.995}$	$\chi^2_{0.990}$	$\chi^2_{0.975}$	$\chi^2_{0.95}$	$\chi^2_{0.9}$	$\chi^2_{0.1}$	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.025}$	$\chi^2_{0.01}$	$\chi^2_{0.005}$
1	3.9E-05	0.0002	0.0010	0.0039	0.0158	2.7055	3.8415	5.0239	6.6349	7.8794
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.1026	0.2107	4.6052	5.9915	7.3778	9.2103	10.5966
3	0.0717	0.1148	0.2158	0.3518	0.5844	6.2514	7.8147	9.3484	11.3449	12.8382
4	0.2070	0.2971	0.4844	0.7107	1.0636	7.7794	9.4877	11.1433	13.2767	14.8603
5	0.4117	0.5543	0.8312	1.1455	1.6103	9.2364	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496
6	0.6757	0.8721	1.2373	1.6354	2.2041	10.6446	12.5916	14.4494	16.8119	18.5476
7	0.9893	1.2390	1.6899	2.1673	2.8331	12.0170	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777
8	1.3444	1.6465	2.1797	2.7326	3.4895	13.3616	15.5073	17.5345	20.0902	21.9550
9	1.7349	2.0879	2.7004	3.3251	4.1682	14.6837	16.9190	19.0228	21.6660	23.5894
10	2.1559	2.5582	3.2470	3.9403	4.8652	15.9872	18.3070	20.4832	23.2093	25.1882
11	2.6032	3.0535	3.8157	4.5748	5.5778	17.2750	19.6751	21.9200	24.7250	26.7568
12	3.0738	3.5706	4.4038	5.2260	6.3038	18.5493	21.0261	23.3367	26.2170	28.2995
13	3.5650	4.1069	5.0088	5.8919	7.0415	19.8119	22.3620	24.7356	27.6882	29.8195
14	4.0747	4.6604	5.6287	6.5706	7.7895	21.0641	23.6848	26.1189	29.1412	31.3193
15	4.6009	5.2293	6.2621	7.2609	8.5468	22.3071	24.9958	27.4884	30.5779	32.8013
16	5.1422	5.8122	6.9077	7.9616	9.3122	23.5418	26.2962	28.8454	31.9999	34.2672
17	5.6972	6.4078	7.5642	8.6718	10.0852	24.7690	27.5871	30.1910	33.4087	35.7185
18	6.2648	7.0149	8.2307	9.3905	10.8649	25.9894	28.8693	31.5264	34.8053	37.1565
19	6.8440	7.6327	8.9065	10.1170	11.6509	27.2036	30.1435	32.8523	36.1909	38.5823
20	7.4338	8.2604	9.5908	10.8508	12.4426	28.4120	31.4104	34.1696	37.5662	39.9968
21	8.0337	8.8972	10.2829	11.5913	13.2396	29.6151	32.6706	35.4789	38.9322	41.4011
22	8.6427	9.5425	10.9823	12.3380	14.0415	30.8133	33.9244	36.7807	40.2894	42.7957

Fuente: Trabajo de campo

Estadístico de prueba

$$\chi_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Simbología

X² = Valor a calcularse de Chi cuadrado

O_i = Frecuencia observada

E_i = Frecuencia esperada

Frecuencia observada y esperada

Tabla 39

Frecuencia observada y esperada

	Cuando hay inundaciones a qué cree usted que perjudica más					Total
	Muy			Regular	Malo	
	Excelente	Bueno	Bueno			
Su familia ha sido afectada alguna vez por las fuertes lluvias que provocan inundación SI	18	9	6	30	44	07
NO	0	7	4	33	36	0
Total	18	16	10	63	80	87

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Tabla 40

Chi cuadrado

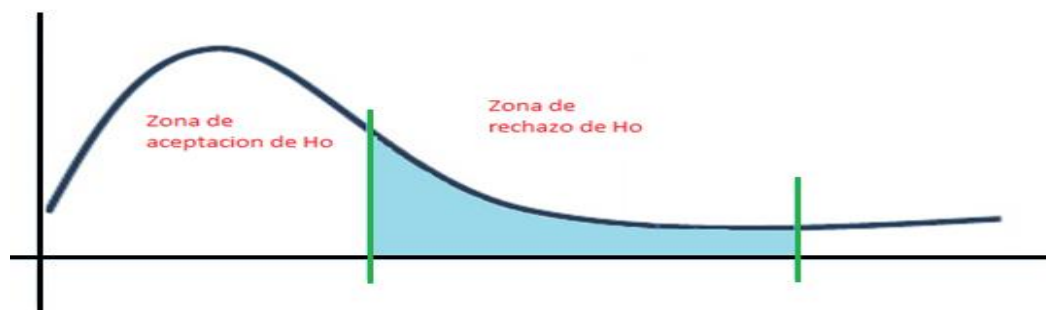
Pregunta	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Diferencia	Cuadrado de la diferencia	Cuadrado de la diferencia dividido entre la frecuencia esperada
	f_{ij}	e_{ij}	$f_{ij} - e_{ij}$	$(f_{ij} - e_{ij})^2$	$(f_{ij} - e_{ij})^2 / e_{ij}$
Si Excelente	18	12.29	5.71	11.42	0.92921074
No Excelente	0	0	0	0	0
Si Muy Bueno	9	5.14	3.86	7.72	1.50194553
No Muy Bueno	7	2.99	4.01	8.02	2.68227425
Si Bueno	6	3.43	2.57	5.14	1.49854227
No Bueno	4	1.71	2.29	4.58	2.67836257
Si Regular	30	17.16	12.84	25.68	1.4965035
No Regular	33	14.11	18.89	37.78	2.67753366
Si Malo	44	25.17	18.83	37.66	1.49622567
No Malo	36	15.4	20.6	41.2	2.67532468
Total Chi Cuadrado					17.6359229

Elaborado por: Valverde, Ricardo 2022

Gráfico 13

Grafica Chi cuadrado

Verificación de Hipótesis



Fuente: Trabajo de campo

Regla de decisión

Si X^2_c es \geq a X^2_t ; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. En este caso se cumple la condición ya que 17,6359 del chi-cuadro calculado es mayor al 9,4877 del chi-cuadrado encontrado en Tablas.

Conclusión de la verificación de hipótesis: Una vez realizado la prueba de hipótesis en el chi-cuadrado se ha determinado que si cumple con la condición X^2_c es $>$ a X^2_t , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir que el análisis de la exposición ante inundaciones en la zona alta del sector de Pasa san Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan playas del cantón Ambato permite reducir el impacto de amenaza.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En el desarrollo del proyecto de investigación se pudo determinar mediante los resultados obtenidos en la aplicación del modelo hidrológico en donde se calculó los caudales máximos y mínimos para lograr identificar el área susceptible en zonas de inundación para el tiempo de retorno de 50 años los cálculos demuestran resultados donde el I_{TR} (mm/h) es 8,83 el coeficiente de escorrentia es 1,000 el coeficiente de ajuste conocido como K es 1,62 el Q_{max} es de 2,21, lo cual se indica que se puede corregir mediante medidas preventivas y planes de acción para la zona de estudio.
- Se evaluó los elementos expuestos en las zonas de inundación en el área de estudio para esto se empleó una muestra de población finita en donde se aplica 187 encuestas a los representantes de familia de las Zonas de Pasa y Quillan Playas, un cuestionario comprendido de 10 preguntas cerradas en donde se puede evidenciar que los habitantes de esta zona, si han recibido daños causados por desastres naturales y la mayor parte de ellos no tiene conocimiento sobre que medidas tomar en caso de inundaciones, no tienen claro a que autoridad solicitar ayuda entre otros factores. El análisis sobre las zonas pobladas del río Ambato se encuentran identificados con la vulnerabilidad: alto (17%), medio (2%), bajo (26%), sin susceptibilidad (55%). Se indica sobre existencia de medidas estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo en la población con respecto a las inundaciones en las zonas de Pasa San Fernando y Quillan Playas.
- Finalmente se elabora un sistema de defensa frente a las inundaciones en el cantón Ambato en donde se define dos matrices estratégicas estructurales y no estructurales. En donde se indica que es factible construir estructuras que ayuden a corregir y contrarrestar estos fenómenos como lo son los muros de contención, represas ubicar señalización que indique las zonas de peligro para que la población este alerta, por otro lado se analiza las estrategias no estructurales como el desarrollo y aprobación de normativas, políticas de asentamiento frente a las riberas y pendientes, adicional a esto también se identifica estrategias como lo son

sembrar árboles en las riberas para que de esta manera ayuden a retener la humedad del suelo y realizar mingas para retirar elementos que obstruyan el paso y corrientes fluviales del río Ambato por estas zonas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar en consideración el proyecto de investigación a las autoridades, ya que es un tema muy útil que puede ayudar a la sostenibilidad y reducción de riesgos para prevenir el impacto negativo en la población y de esta manera tomar un análisis más oportuno de los riesgos de inundaciones en la zona alta del sector de Pasa San Fernando hasta la zona baja del sector de Quillan Playas.
- Uno de los factores de prevención más complejos es el control de los asentamientos humanos en las zonas como quebradas y riberas las mismas que son más vulnerables a desastres naturales en tiempo de invierno, del mismo modo, se recomienda apelar la normativa desarrollada y aprobada por las autoridades encargadas y las instituciones gubernamentales mediante la planificación y ordenamiento territorial para futuras construcciones de las viviendas en la zona de Pasa y Quillan Playas.
- Es oportuno realizar programas de charlas y capacitaciones gratuitas para los moradores de estas zonas en donde se indique principalmente los efectos negativos, el peligro que puede implicar construir en zonas cercanas a quebradas y riberas, la concientización sobre el desalojo de escombros y desechos en la ribera, a quién acudir en caso de emergencias, buscar lugares y puntos de concentración cuando se den estos fenómenos en el antes, durante y después de estos eventos naturales con las medidas de reducción de riesgos para poder disminuir las pérdidas humanas y bienes materiales de los habitantes de estas zonas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvear, G., & Cruz, M. (2009). Elaboración del mapa de accesibilidad y modelamiento de evacuación ante una eventual ocurrencia de Tsunami en las ciudades de Salinas y Bahía de Caráquez, mediante herramientas Geoinformáticas. *Revista Geoespacial*, 1-94. Obtenido de <http://geoespacial.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/01/Geoespacial06.pdf>
- Asamblea Nacional. (2014). Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua. Obtenido de <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Bárcena, A. (2018). Manual para evaluación de desastres . Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35894/1/S2013806_es.pdf
- Barnet, S. (2017). Scielo . Obtenido de ISSN 1659-4436: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/pem/v15n2/1409-0724-pem-15-02-e2733.pdf>
- Bonilla, G. (2019). Fenòmeno del niño y desastres naturales. Redalyc. Obtenido de ISSN: 1726-4642
- Carro, R. (2009). Investigación de operaciones en administración. Mar del Plata: PINCU. Obtenido de <http://nulan.mdp.edu.ar/1851/1/01464.pdf>

- CIIFEN. (2020). El Niño Oscilación del Sur. Obtenido de <https://ciifen.org/el-nino-oscilacion-del-sur/>
- Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE. (2010). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Echeandia. Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE, Echeandia. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000330001_PD_OT_Act_Echeandia_Tot_13-03-2015_18-29-20.pdf
- Domínguez, J. y. (2007). Investigación cualitativa y psicología social crítica (ISSN 1729-4827 ed.). Perú: Scielo. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/686/68601309.pdf>
- EM-DAT. (2004). Conocimiento y evaluación del riesgo. Obtenido de <https://www.eird.org/cd/building-codes/pdf/spa/doc16481/doc16481-2c.pdf>
- Ercole, R., & Trujillo, M. (2003). Amenazas, Vulnerabilidad, Capacidades y Riesgo. Los desastres, un reto para el desarrollo. Cooperazione Internazionale (COOPI), Oxfam GB. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-03/010032419.pdf
- Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). Metodología de la Investigación. México: McGRAW-HILL.
- FONAG. (2018). Anuario Hidrometeorológico. Quito – Ecuador. Obtenido de <http://www.fonag.org.ec/web/wp-content/uploads/2018/06/Anuario-Meteorolo%CC%81gico-2017.pdf>
- Giai, S. (2008). Introducción a la Hidrología. UNLPan. Obtenido de <http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/introduccion-a-la-hidrologia.pdf>

- Granados, A. (2017). Vulnerabilidad social por género: riesgos potenciales ante el cambio climático en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(22), 274-296. Obtenido de <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/2720/1964>
- Hijar, G., Bonilla, C., Munayco, C., Gutierrez, E., & Ramos, W. (2016). Fenómeno del niño y desastre naturales: intervenciones en salud Pública para lapreparación y respuesta. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 33(2), 300-311. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v33n2/a16v33n2.pdf>
- IDEAM. (2019). Glosario. Recuperado el 24 de Septiembre de 2022, de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/glosario>
- INEC. (2010). Base de Datos – Censo de Población y Vivienda. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. (2018). Amenaza por inundación en perspectiva de cambio climático. Bogotá. Obtenido de <https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/4-DOCUMENTO-TECNICO-DE-SOPORTE/Gestion%20del%20Riesgo.%20Amenazas%20inundacion%20Urbano.pdf>
- La Asamblea Nacional. (2010). Código organico de organización territorial COOTAD. Obtenido de <https://www.cpcps.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf>
- León, M. (2018). Gestión de recursos hidráulicos bajo riesgo de terremotos en Ecuador: 1. Sismotectónica. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000300003&lng=es&nrm=iso
- Lorenzon, E. (2020). Sistemas y organizaciones. PARTE I: Teoría General de Sistemas Aplicada. PARTE II: Las Organizaciones. Su funcionamiento. como Sistema (Primera

- ed.). edulp. Obtenido de
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/99629/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martins, S. P. (2010). Planificación de Proyectos. Obtenido de
http://planificaciondeproyectosemirarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html
- Ministerio de Salud Pública. (2018). El Fenómeno del Niño en Ecuador. Obtenido de
<https://www.eird.org/estrategias/pdf/spa/doc12863/doc12863-10.pdf>
- OAS. (1989). Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales. Recuperado el 12 de Septiembre de 2022, de
<https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch10.htm>
- Pacheco, H., Montilla, A., Méndez, W., Delgado, M., & Zambrano, D. (2019). Causas y consecuencias de las lluvias extraordinarias de 2017 en la costa ecuatoriana: el caso de la provincia Manabí. *INVEMAR*, 48(2), 45-70. Obtenido de
<http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v48n2/0122-9761-mar-48-02-45.pdf>
- Palacio, C., Francisco, G., & Uriel, G. (2010). Calibración de un modelo hidrodinámico 2D para Bahía de Cartagena. *Revista Dyna*, 77(164), 152-166. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/pdf/496/49620414016.pdf>
- Rojas, O., & Martínez, C. (2011). Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. *Revista Universitaria de Geografía*, 83-116. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/pdf/3832/383239103004.pdf>
- Rufato, I. (2019). Urbanismo resiliente desde la perspectiva del cambio climático en España. Universidad de Valladolid. Obtenido de

<https://www.um.es/documents/3456781/18173710/TFM+Isabela+Beatriz+Rufato+Machado.pdf/ede091cc-b058-0884-f6b3-e64d1c3e855f?t=1610539469033>

Salazar, L., & Ruiz, T. (2017). Determinación de posibles zonas en amenaza por inundación en el municipio Mompós-Bolívar, mediante el uso de procesamiento digital de imágenes y herramientas SIG y su posterior publicación como datos abiertos (open DATA). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7269/Ru%C3%ADzMoralesTaniaLorena2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, J. (2017). Precipitaciones. Universidad de Salamanca. Obtenido de <https://hidrologia.usal.es/temas/Precipitaciones.pdf>

Secretaría de Gestión de Riesgos. (2018). Plan Nacional de respuestas ante desastres. Gobierno de la República del Ecuador. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Plan-Nacional-de-Respuesta-SGR-RespondeEC.pdf>

SNI. (2010). Factores y su valoración para la metodología preliminar de elaboración de mapas de amenazas por inundaciones a escala 1:50.000., (págs. 1-9). Obtenido de <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/SNRG/ATLAS%20B%C3%81SICO%20PRELIMINAR/METODOLOGIA/Metodolog%C3%ADa%20INUNDACIONES.pdf>

Sociedad Geográfica de Lima. (2011). Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico. Lima-Perú. Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf

- Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de Taludes en zonas tropicales. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga – Colombia . Obtenido de <http://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101.pdf>
- Superintendencia de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo. (2018). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo. Obtenido de https://www.sot.gob.ec/sotadmin2/_lib/file/doc/Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Ordenamiento%20Territorial,%20Uso%20y%20Gesti%C3%B3n%20de%20Suelo.pdf
- Tucci, C. (2007). Gestión de Inundaciones Urbanas. Porto Alegre-RS -Brasil: Rua Lavradio. Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/gestion-de-inundaciones/gestion-de-inundaciones-urbanas-esp.pdf
- UNESCO, O. (2022). Obtenido de <https://xdoc.mx/documents/z-amenazas-en-el-ecuador-z3-inundaciones-z31-5e5acb75cf10d>
- Vincenti, S. (2018). Análisis de inundaciones costeras. Redalyc. doi: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n24.2016.05>
- Zamorano, J. (2017). La hipótesis en la investigación . Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n1/m9.html>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuestas

Cuestionario aplicado a los representantes de las familias pertenecientes a la zona de Pasa San Fernando y Quillan Playas

1. ¿Las familias de la comunidad se ha visto afectada con las inundaciones?

Detalles	Respuesta
Siempre	
Rara vez	
Nunca	

2. ¿Su familia ha sido afectada alguna vez por las fuertes lluvias que provocan inundación?

Detalles	Respuesta
Si	
No	

3. ¿Cuáles son los factores que usted piensa que influyen para que se lleve a cabo las inundaciones?

Detalles	Respuesta
Lluvias intensas	
Causas sobrenaturales	
Represamiento	
Otras	

4. ¿Dentro de los últimos 10 años cuántas veces se ha inundado en su vivienda?

Detalles	Frecuencia
De 1 a 10 veces	
De 10 a 20 veces	
Más de 20 veces	
Ninguna	

5. ¿ Cuando hay inundaciones a qué cree usted que perjudica más ?

Detalles	Respuesta
Personas	
Carreteras	
Viviendas	

Redes eléctricas	
Red de agua potable	

6. **¿Considera usted que, se debe tener un plan de contingencia y evacuación para los moradores de la zona cuando existe este desastre natural?**

Detalles	Respuesta
Si	
No	

7. **¿Le gustaría recibir charlas sobre que hacer en caso de inundaciones?**

Detalles	Respuesta
Siempre	
Rara vez	
Nunca	

8. **¿A qué autoridad acude en caso de inundación o desastre natural?**

Detalles	Respuesta
Ecu 911	
Cuerpo de bomberos	
GAD parroquial del Cantón	
Policía	

9. **¿Las autoridades y establecimientos gubernamentales gestionan programas de ayuda y rescate cuando existe catastrofes naturales?**

Detalles	Respuesta
Si	
No	

10. **¿La comunidad cuenta con algún plan de acción para eventos naturales como las inundaciones?**

Detalles	Respuesta
Si	
No	

Gracias por su información.

Anexo 2. Memorias fotográficas



Foto 1 En la imagen podemos visualizar el desborde del Río Ambato dejando como resultado la interrupción del paso y escombros difíciles de remover.



Foto 2 Escombros de inundación Quillan Playas Provincia de Tungurahua en domicilios cercanos a la quebrada que da al Río Ambato.

Anexo 3 Aspectos Administrativos del trabajo de titulación

Presupuesto para el desarrollo de la investigación.

Bienes	Cantidad	Precio unitario	Total
Laptop	1	\$ 950,00	\$ 950,00
Memoria USB	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Impresiones	330	\$ 0,15	\$ 50,00
Internet	6	\$ 30,00	\$ 180,00
Transporte	5	\$ 20,00	\$ 200,00
Otros			\$ 580
Total			\$ 2000

Anexo 4. Cronograma de actividades

Actividades	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Presentación del tema de investigación	■				
Aprobación del tema		■			
Revisión del capítulo 1		■ ■			
Revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico		■ ■ ■			
Desarrollo de la metodología		■ ■			
Revisión de las actividades desarrolladas		■ ■			
Aplicación de las encuestas a los moradores		■ ■			
Revisión de los resultados obtenidos de la encuesta		■ ■ ■	■ ■		
Análisis y tabulación de resultados		■ ■ ■	■ ■		
Revisión de mapas del modelamiento hidráulico		■ ■ ■	■ ■		
Revisión del método racional y la metodología hidráulica: análisis zonas ante la inundación		■ ■ ■	■ ■		
Resultados del objetivo específico 1		■ ■ ■	■ ■		
Resultado del objetivo específico 2		■ ■ ■	■ ■		
Resultado del objetivo específico 3		■ ■ ■	■ ■		
Revisión por parte del docente sobre los avances desarrollados.			■ ■		
Elaboración de conclusiones y recomendaciones			■ ■		
Revisión del docente de avances desarrollados			■ ■		
Desarrollo del informe final				■ ■ ■	
Presentación del informe final				■ ■ ■	
Revisión de pares académicos del informe final					■ ■ ■
Corrección de informe final según					■ ■ ■

